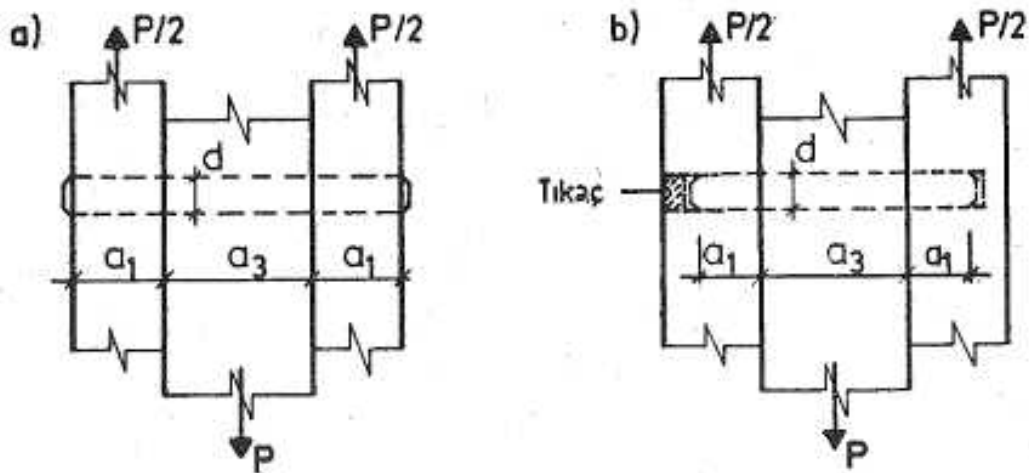


3.5. ÇUBUK KAMALAR

Ucu başı olmayan kurşun kalem gibi uzunluğu yaklaşık olarak birleştirdiği parçaların toplam kalınlığı kadar yapılan önceden açılmış ve kendi çapından ($0,2\sim 0,5\text{ mm}$) daha küçük:

Delik çapı $=d_1=d-(0,2\sim 0,5\text{ mm})$ çaplı deliklere yerleştirilen (Şekil 47 a ve b) daire kesitli çelik çubuklardır. Malzeme kalitesi en azından



Şekil 47

normal yapı çeliğinininki (Ç. 37–St. 37) kadar olmalıdır. Birleşimlerde, bulonlara oranla çok daha elverişli sonuçlar verdiklerinden, yabancı ülkelerde çok kullanılmaktadırlar. Şartnamemizde bunlar hakkında herhangi bir bilgi yoktur.

Çalışma şekilleri bulonlarınki gibi olduğundan, (P_{em}^1)'i hesaplamak için verilen ifadeler bulonlar için verilenlere çok benzer. Kuvvetin liflere paralel etkimesi halinde bunlar çam sınıfı için şöyledir.

(DIN 1052-Oktober 1969) :

a) Çift etkili :

b) Tek etkili :

Bu ifadelerde (a) ve (d) değerleri (cm) cinsinden konursa (P_{em}^1) değeri (kg) cinsinden bulunur. Görülüyor ki sadece üst sınır değerleri yükseltilmiştir (Bkz: Çizelge 11).

Kuvvetin liflere dik ya da eğik etkimesi halinde, aynen bulonlarda olduğu gibi azaltma yapılır :

Birleşimi yapılan ahşap elemanlarda gerilmelerin 2/3 ya da 5/6 ile çarpılarak azaltılması gereken hallerde çubuk kamaların emniyet yükleri de aynı oranda azaltılır.

● Birleşim yerinde en az dört tane ($n \geq 4$) çubuk kama kullanmak gereklidir, aksi halde birleşimin kuvvet aktardığı kabul edilemez.

● Birleştirilen parçaların kalınlıklarına ait alt sınır değerleri, bulonlarda olduğu gibidir.

● Çapları için alt ve üst sınır değerleri, sırasıyla 8 mm ve 24 mm dir ($8 \leq d \leq 24$ mm).

● Delik çaplarıyla (d_1), kama çapları (d) arasındaki farklar, küçük kamalarda çok, büyüklerde az yapılır. Örneğin:

$d = 8$ mm için :

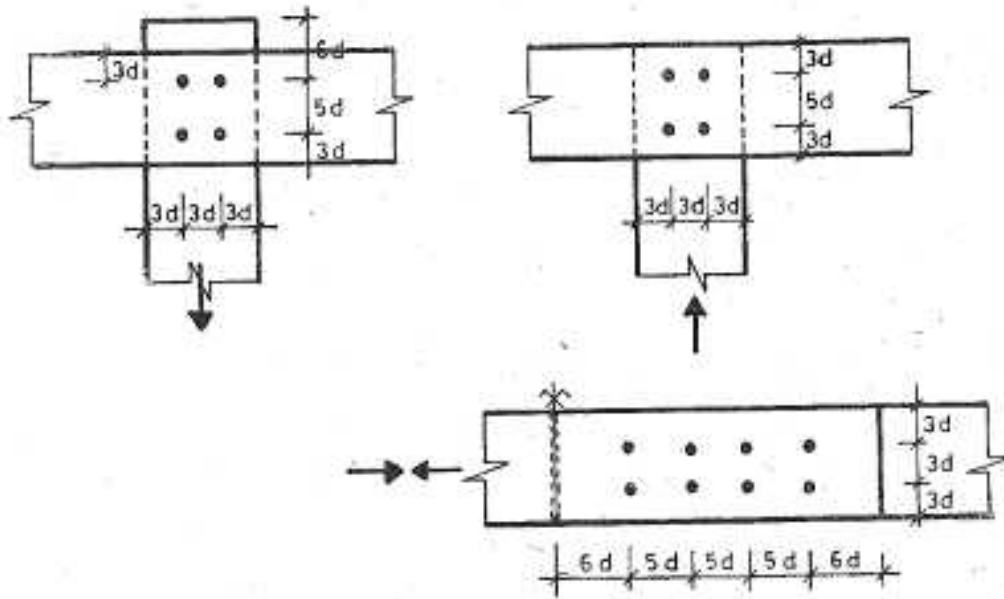
$d = 24$ » » :

● Çap seçimi, bulonlarda olduğu gibi, ahşap kalınlığından bağımsızdır. Bulonlarda açıklandığı gibi basit bir araştırma ile belirlenir.

● Kuvvet doğrultusunda arka arkaya altı adet, ya da kuvvete dik doğrultuda birden fazla çubuk kama varsa, altı sıradan fazla kullanmamalıdır.

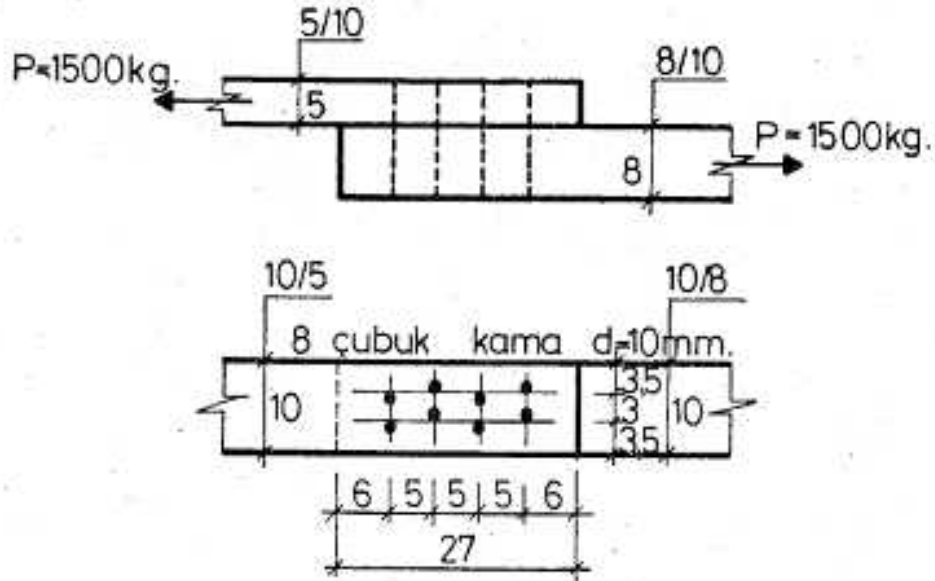
● Çiviler gibi bunlar da, komşu ikisi, aynı iki lif arasına gelmeyecek şekilde ve de (d) kadar şaşırtılarak düzenlenir.

● Aralıklar ve kenar uzaklıkları için alt sınır değerleri Şekil 48'de verilmiştir. $d > 20$ mm olması halinde kuvvet doğrultusundaki çubuk kamalar ya da kama sıraları aralıkları, bulonlarda olduğu gibi $(7d)$ 'den az olmamalıdır. Aksi halde ahşapta yarılma tehlikesi söz konusu olabilir.



Şekil 48

Örnek 1)



Şekilde ölçüleri, yükü, birleşim elemanı türü ve yerleştirilişi (düzenlenmesi) verilen birleşimin, söz konusu yükü güvenle aktarıp aktaramayacağını kontrol edilmesi.

Birleşim Elemanı:

Çubuk Kama

P_{em} 'in bulunması :

Gerekli çubuk kama sayısı :

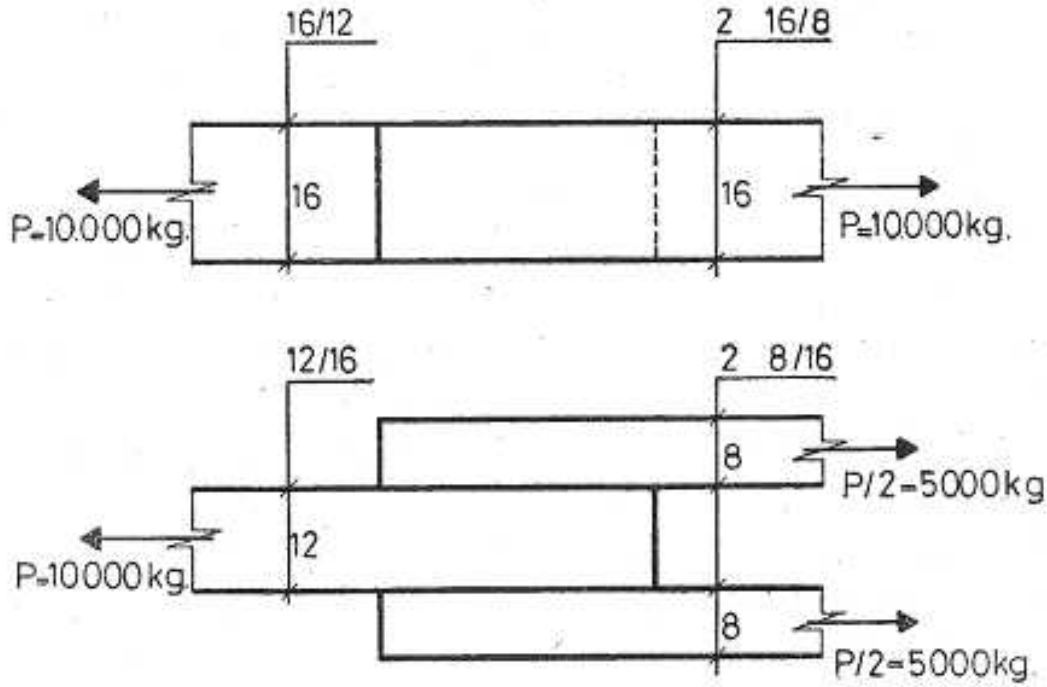
Kuvvet doğrultusunda :

Kuvvete dik doğrultuda :

Gerilme Kontrolü :

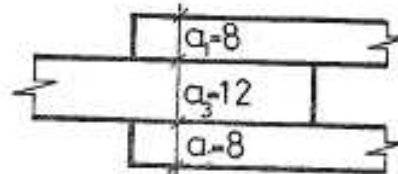
Sonuç : Verilen birleşim, birleşim elemanı sayısı, bunların yerleştirilmeleri ve çubuktaki gerilme yönlerinden kontrol edilmiş ve yükün güvenle aktarılacağı görülmüştür.

Örnek 2)



Şekilde verilen birleşim için gerekli çubuk kama sayısının bulunması ve 1/10 ölçekli detay resminin çizilmesi.

Çubuk kama çapının (d) seçilmesi ve P'_{em} 'in bulunması :



Orta Ahşapta :

Kenar Ahşaplarda :

Benzer şekilde diğ er çubuk kama çapları için aşağıdaki değerler elde edilmiştir :

d=14 mm Orta Ahşap
Kenar Ahşap

d=16 mm Orta Ahşap
Kenar Ahşap

d=18 mm Orta Ahşap
Kenar Ahşap

d=20 mm Orta Ahşap
Kenar Ahşap

d=22 mm Orta Ahşap
Kenar Ahşap

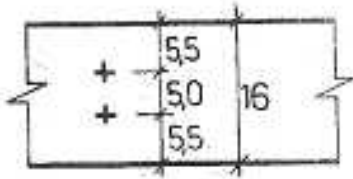
d=24 mm Orta Ahşap
Kenar Ahşap

Çubuk kamaların yerleştirilişi :

Kuvvet doğrultusunda

(d=20 mm)

(d=16 mm)

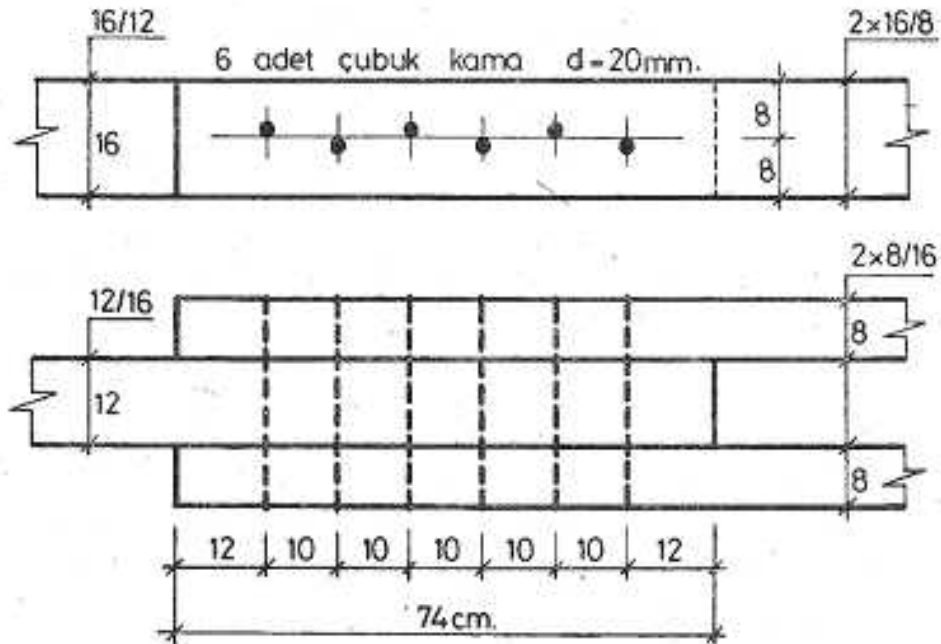


Gerilme Kontrolü :

$$d = 20 \text{ mm}$$

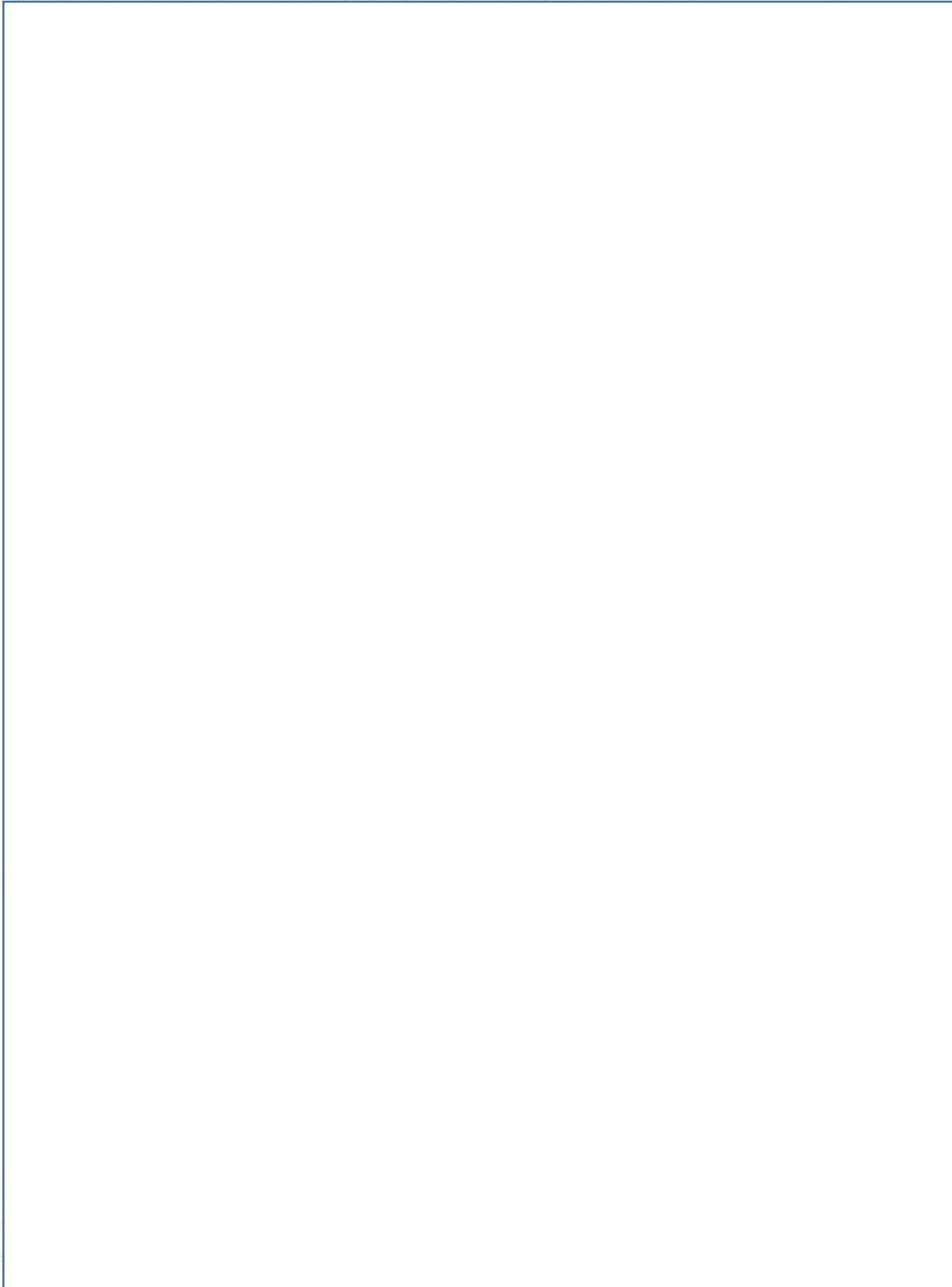
$$d = 16 \text{ mm}$$

Detay Resmi : Çözüm A



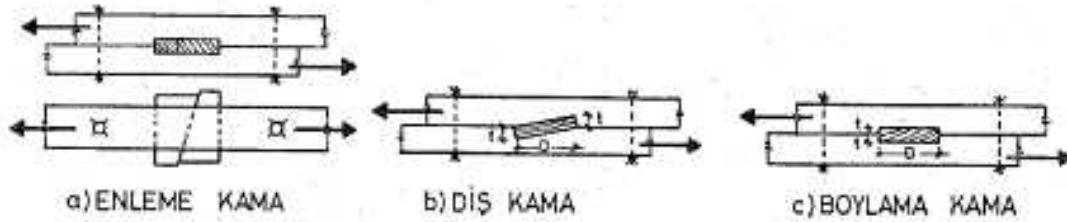
ÖLÇEK 1/10

Şekilde verilen birleşimde güvenle aktarılabilecek en büyük yükün ($\max. P_{em}$) bulunması ve gerekli kontrollerin yapılması.



3.6. DÜLGER KAMALARI ve BENZERLERİ

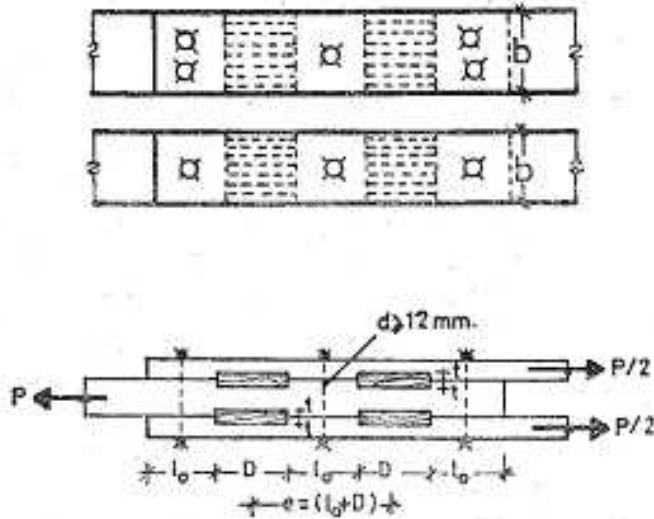
Dülger kamaları, genellikle birinci sınıf meşe ve benzeri sert ağaçtan yapılırlar. Türleri Şekil 49'da gösterilmiştir. En çok kullanılan (Boylama Kama) adıyla anılanlardır. Enleme kamalar liflerine dik yönde yük-



Şekil 49

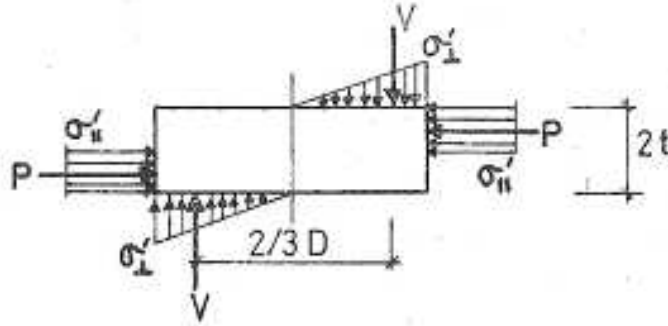
lendiklerinden, ayrıca rötne nedeniyle birleşimde gevşeme olabileceğinden kuvvet taşıyan birleşimlerde kullanılmazlar. Dış kamalar, kamalı köprü ana kirişleri ve benzeri ağır yüklü kirişlerin, kesme kuvvetinin çok olduğu mesnetlere yakın bölgelerinde kullanılır. Bundan sonraki açıklamalarda, dülger kaması denince boylama kamadan söz edildiği anlaşılmalıdır.

Dülger kamalarının kullanma biçimine ait bir örnek Şekil 50'de gösterilmiştir. Bu birleşimde görülen bulonların görevi kuvvet taşımak değil, kamaların devrilmesini önlemek suretiyle çalışmalarını sağlamaktır.



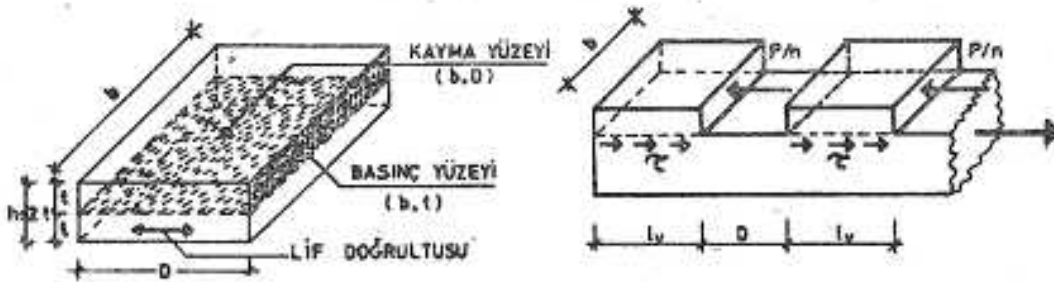
Şekil 50

Dülger kamasıyla yapılan birleşimlerde, kama yüzeylerinde oluşan gerilmeler Şekil 51'de gösterilmiştir. Şekil'den görüldüğü gibi ($P \times t$) momenti kamayı devirmeye çalışmakta, sonuç olarak σ'_{\perp} gerilmeleri, dolayısıyla V kuvvetleri oluşmaktadır :



Şekil 51

Bu kuvvet, yukarıda sözü edilen bulonlar tarafından alınır. Ayrıca σ'_{\perp} gerilmelerini ve V kuvvetlerini hesaplamaya gerek kalmaz. Bulonların düzenlenmesi Şekil 50'de gösterilmiştir. Bulonlar için V kuvvetine göre hesap yapmak gerekmez, çaplarının en az 12 mm ($d \geq 12$ mm) olması şartname gereğidir.



Şekil 52

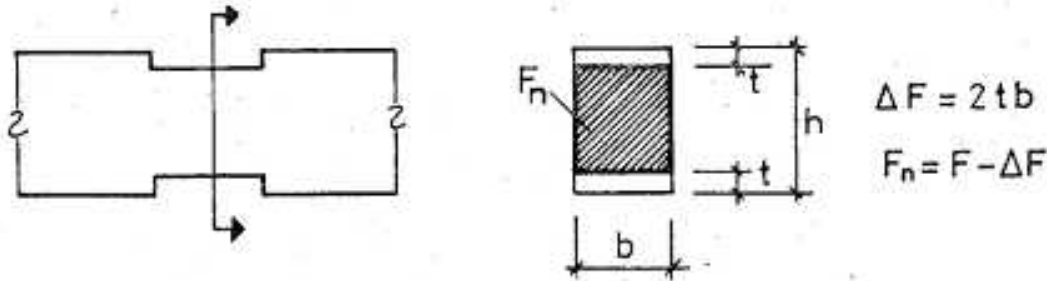
Belirli bir (P) kuvvetini aktarmak için gerekli kama sayısı (n) olduğuna göre, kama boyutları öyle seçilmiş olmalı ki (Şekil 52) :



şartları sağlanmış olsun. Bu üç denklemde, dört bilinmeyen vardır (n, t, D, l_v). Bunlardan birini seçmek gerekir. Ayrıca, bu seçim gelişi güzel yapılamaz, aksi halde anlamsız ya da uygulanamayacak sonuçlar çıkabilir. Örneğin, $t > h$ (h = birleştirilen parça yüksekliği) çıkması gibi. Seçim için uygun olanı (t) dir ve değeri, ön hesap için, eklenen parça yüksekliğinin yaklaşık olarak sekizde biri ($t \cong h/8$) kadar alınır. (t) bilinince, yukarıdaki denklemlerden, sırasıyla n, D ve l_v kolayca hesaplanabilir :



Yukarıda (t) için verilmiş olan yaklaşık değer kesin hesap sonunda daha azalmış veya çoğalmış olabilir. Çekme çubuğu eki için $t = h/8$ alındığında çubuktaki kesit zayıflaması % 25 olur. (t) ye verilecek en büyük değer, kesitte % 30'dan çok zayıflama yaratmayacak şekilde ayarlanma-

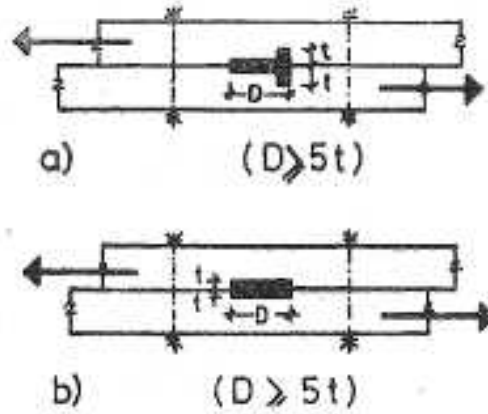


Şekil 53

lıdır. Basınç çubuğu eklerinde zayıflama söz konusu değildir.

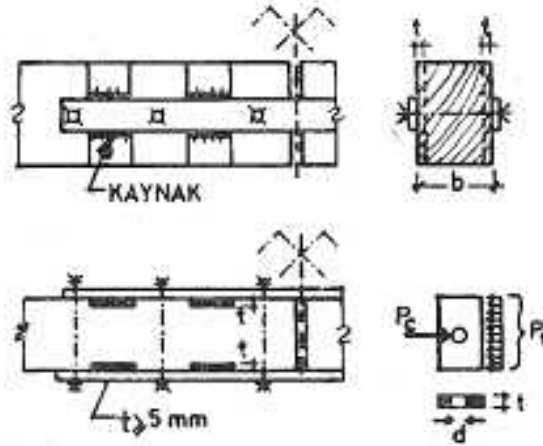
İstenirse, belli ölçülerde bir dülger kamasının emniyetle taşıyabileceği yük (P'_{em}) de hesaplanabilir, fakat gereği yoktur. Çünkü, birleşim için gerekli bilgiler yukarıda anlatılmış olan basit hesap yolu ile belirlenmiş bulunmaktadır.

Dülger kamalarının benzerleri çelikten de yapılabilir (Şekil 54). Bunlarda kamanın kendisi için kayma gerilmesi (τ) kontrolü yapılmasına ge-



Şekil 54

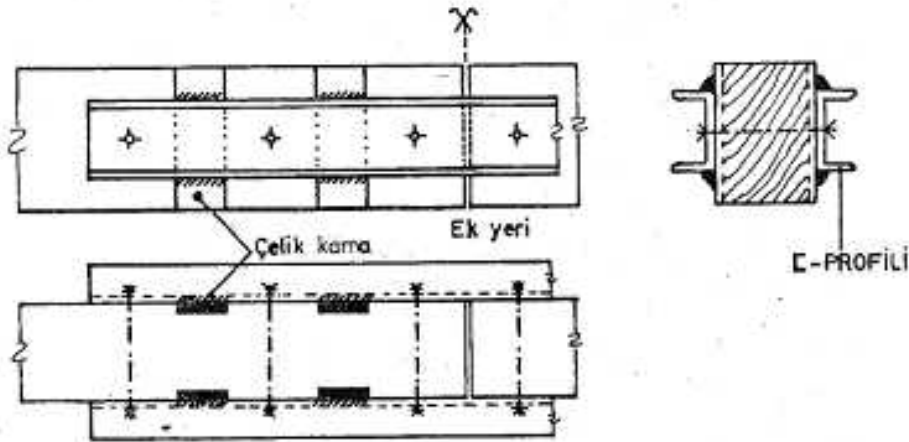
rek olmadığı açıktır. Şekil 54 b'de görülen kama türünün, özellikle uygun olduğu bir başka kullanma yeri, ek parçaları çelik lama olan çekme çubuğu ekleridir. (Şekil 55). Ek parçalarını kamalara bağlayan kaynak di-



Şekil 55

kişlerinin kalınlık ve uzunlukları ($=D$ =kama boyu), kamaya gelen kuvvete göre hesaplanır. Kaynak dikışı kalınlığı için izin verilen en küçük değer $a=3 \text{ mm.}$, uzunluğu için $l=15a+2a=17 \times 3=51 \text{ mm.}$ olduğuna göre, kaynak hesabı ($\tau_{kayn} = 900 \text{ kg/cm}^2$) daha büyük bir değer vermediği takdirde D (=dikiş uzunluğu) en az 60 mm yapılır.

Bu tür kamaların bir başka kullanma yeri tek parçalı büyük kesitli kolon ve benzeri basınç çubukları ekleriyle (Şekil 56) kolon mesnetleri-



Şekil 56

nin ankrajıdır. Böyle bir birleşimde ek parçası olarak [-profilleri yerine çelik levha kullanıldığında, levha kalınlığı en az 12 mm. yapılmalıdır.

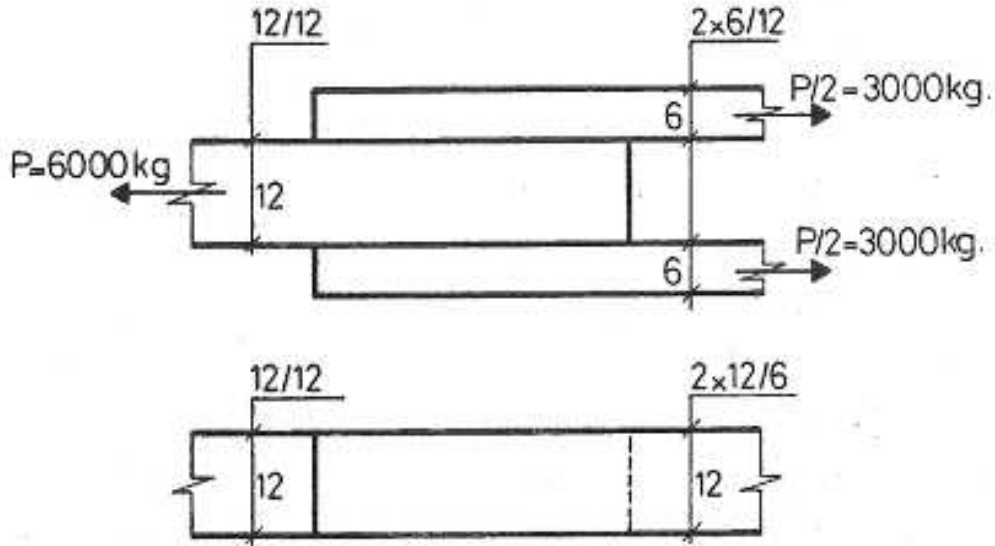
● Dülger kaması ve benzerlerinin kullanıldığı ahşap elemanlarda gerilmelerin azaltılması (2/3 veya 5/6'ya -Bkz: Böl. 2.5.1.) gerektiren nedenler varsa, kamaların emniyet gerilmeleri de aynı oranda azaltılır.

● Kamaların devrilmelerini önlemek için kullanılan bulonların, röt-re nedeniyle zamanla gevşeyen somunları sonradan sıkılmayacak veya sıkılmayacaksa, kama emniyet gerilmeleri 2/3 oranında azaltılmalıdır.

● Kamalı birleşimlerin yapımı hassas işçiliği gerektirdiğinden, kamaların tümünün iyice yerlerine oturmalarını sağlamak güçtür. Bu nedenle, kuvvet doğrultusunda 4'ten fazla kama ya da kama çifti kullanmamalıdır.

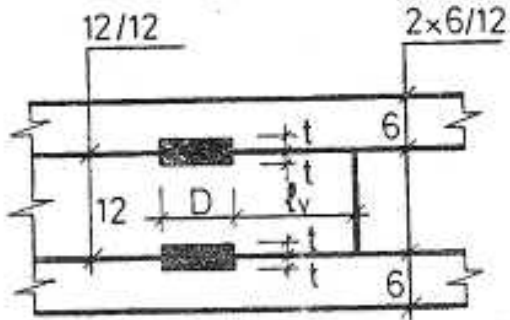
● Birleşimlerinde kama kullanılan ahşap elemanların kalitesinin en az II. sınıf olması gerekir. III. sınıf ahşap kullanılmaz.

Örnek 1)



Şekilde verilen birleşim için gerekli dülgör kaması boyutlarının ve sayısının bulunması ve 1/10 ölçekli detay resminin çizilmesi.

Kama kalınlığının (t) seçilmesi :



Kama Sayısı n :

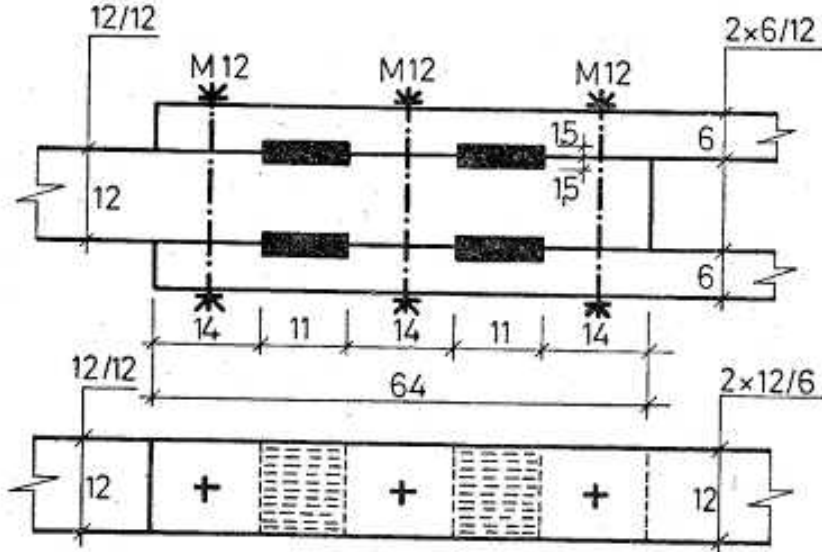
Kama uzunluğu D :

Kama sert ağaçtan yapılacaktır. $\tau_{em} = 12 \text{ kg/cm}^2$

Ön ahşap uzaklığı :

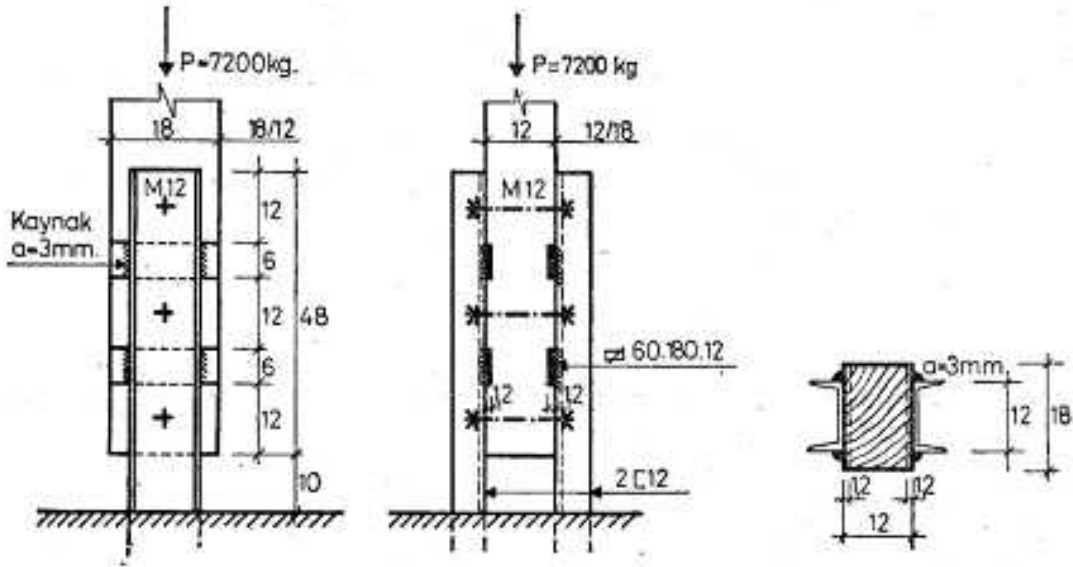
Gerilme Kontrolü :

Detay Resmi :



ÖLÇEK 1/10

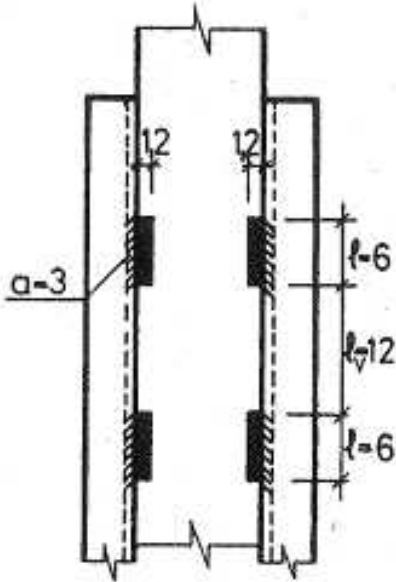
Örnek 2)



Şekilde ölçüleri, yükü, birleşim elemanı türü ve yerleştirilişi (düzenlemesi) verilen birleşimin söz konusu yükü güvenle aktarıp aktaramayacağını kontrol edilmesi.

Birleşim Elemanı :

Gerekli Kama Sayısı :



Ön ahşap uzaklığı :

Kaynak dikişlerinde gerilme kontrolü :

Sonuç : Verilen birleşim, birleşim elemanı sayısı, yerleştirilmesi ve kaynak dikişlerinde gerilme yönlerinden kontrol edilmiş ve yükün güvenle aktarılacağı görülmüştür.

3.7. DİĞER KAMALAR

Ahşap İnşaat Şartnamemiz'de kamalı birleşimler şöyle tanımlanmıştır: «Kamalı birleşimlerden kasıt, daha çok basınç ve makaslamaya çalışan dikdörtgen şeklinde veya dilim, halka, tırnaklı halka ve levha, çubuk kama şeklindeki birleşim elemanlarıdır». Bunlar arasında adı geçen dikdörtgen şeklinde olanlar (Dülger Kamaları ve Benzerleri) ile Çubuk Kamalar bundan önceki bölümlerde incelenmiştir. Diğerleri, zamanında özel olarak çeşitli firmalar tarafından piyasaya çıkarılan ve patentli olan, ancak şimdi patentleri zaman aşımına uğradığından herkes tarafından yapılabilmektedir. Bunlardan en çok kullanılan bazılarının adları, biçimleri, taşıma güçleri, en küçük aralıklar ve ön ahşap uzunluklarıyla gerekli diğer tamamlayıcı bilgiler Şekil 57,58 ve Çizelge 13,14 de verilmiştir. Ahşap olan «Kübler kaması» hariç, diğerleri çeşitli metallerden yapılmıştır (Şekil 59). Ek ve birleşim yerlerinde daha az alana ihtiyaç gösterdiklerinden, büyük kuvvetlerin aktarılması söz konusu olan yerlerde diğer birleşim elemanlarına oranla tercih kullanılırlar.

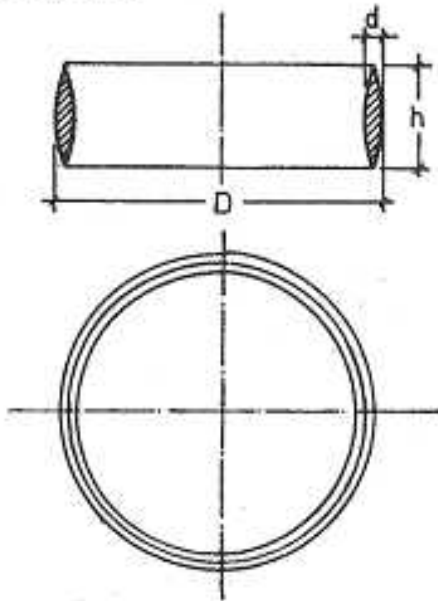
Yerlerine yerleştirilmeleri bakımından iki ana guruba ayrılırlar: Önceden matkap ve freze ile açılmış yuvalara oturtulanlara «Oturtma Kamalar» (Şekil 57 a), yerlerine basınçla yerleştirilenlere de «Çakma veya Gömme Kamalar» (Şekil 57 b) denir.

Bütün kama türlerinde kama ile birlikte, kamanın devrilmesini önlemek için (kuvvet taşımak için değil) bir de bulon kullanılır. Bunların minimum çap değerleri de Çizelge 13,14'de verilmiştir. Çakma kamalar için ahşapta bu amaçla gerekli ölçüde matkapla delikler açılır. Bazı tür çakma kamalarda (d) gövde kalınlığı 2 mm den fazladır (Şekil 57 No: 5, Çizelge 14 No: 5). Bu nedenle, bunlarda da ahşapta frezeyle yuva açmak gerekir. Bu tür kamalar da, bir üçüncü gurup olmak üzere (Oturtma Gömme) veya (Oturtma Çakma Kamalar) diye adlandırılabilir.

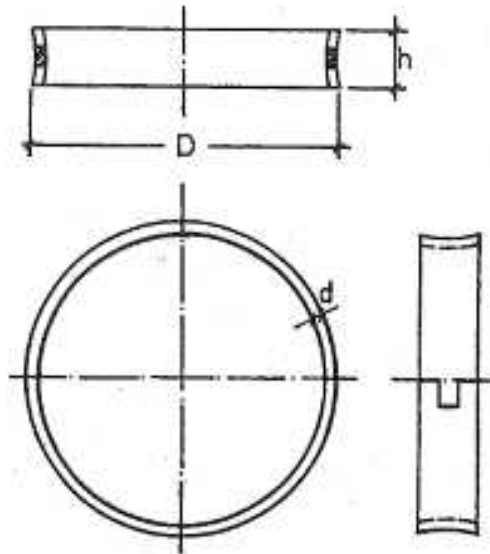
Kamalı birleşimlerin kullanılacağı ahşap kalite bakımından en azından II. sınıf niteliğinde olmalıdır. Eğer ahşapta emniyet gerilmelerini azaltmayı gerektiren nedenler varsa, kullanılan kamanın emniyet yükü (P_{em}^1) de aynı oranda, yani duruma göre 2/3 veya 5/6 ile çarpılarak azaltılır (Bkz: Bölüm 2.5.1.). Meşe ve kayın türü ahşapta sadece oturtma kamalar kullanılır, çakma kamalar kullanılmasına müsaade yoktur.

Kamaların kullanılacakları ahşabın en küçük kesit ölçüleri (alt sınır değerleri) kama çeşidine ve çapına göre değişir. Çizelge 13,14-Kolon

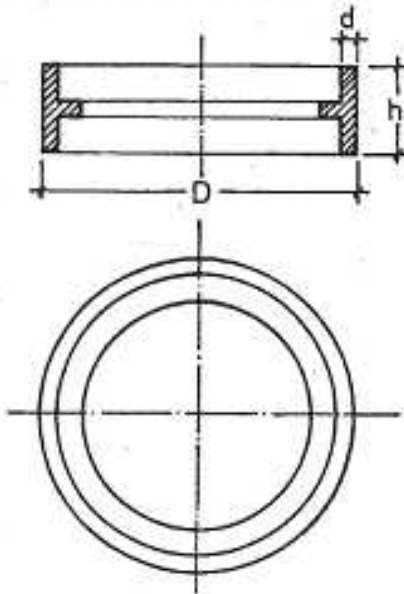
① Appel . I



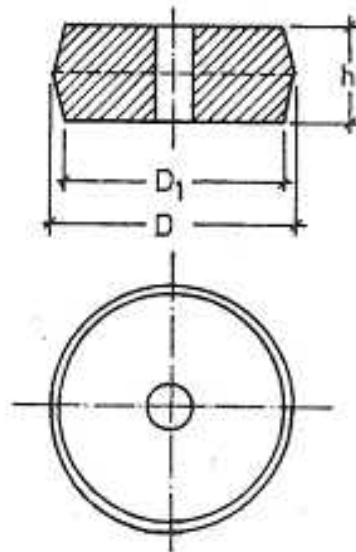
② Beier



③ Christoph & Unmack

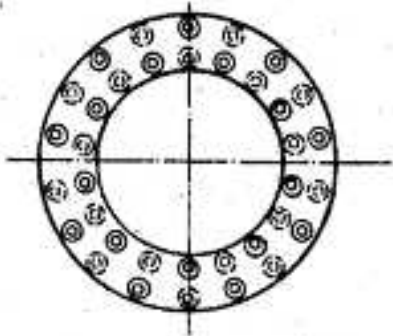
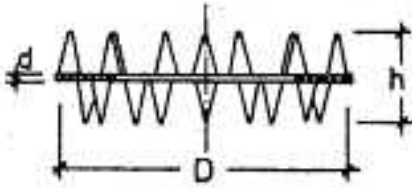


④ Kübler

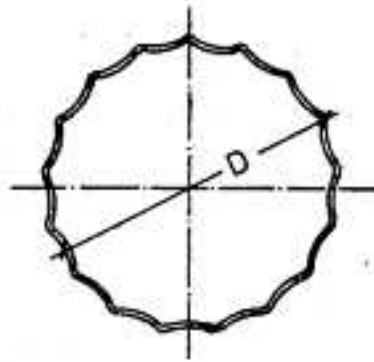
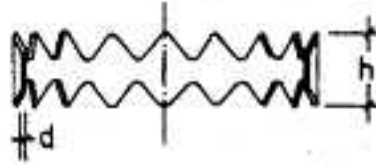


Şekil 57 a

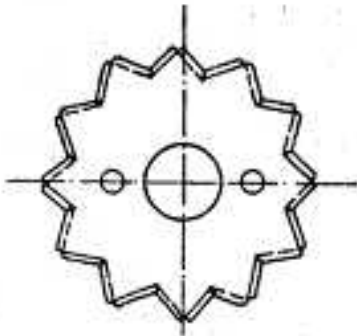
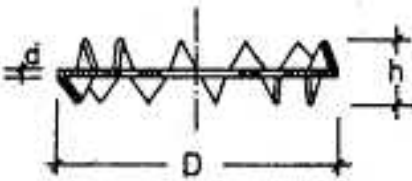
⑤ Geka



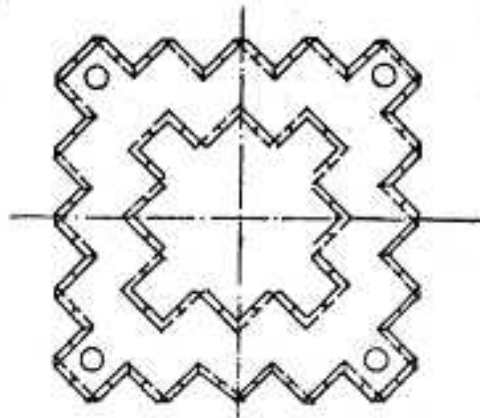
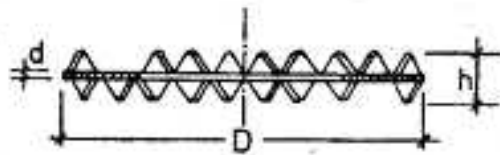
⑥ Alligator



⑦ Bulldog. I



⑧ Bulldog. II



Şekil 57 b

GİZELGE: 13 - OTURTMA KAMA ÖRNEKLERİ (Sekil 57 - a) VERİLERİ

KAMA NUMARASI (Sekil 57)	KAMANIN BOYUTLARI (mm)				BULON	KULLANILACAKI AHSABIN MİNİMUM BOYUTLARI (cm)	KAMA UZUNLUĞU e (cm)	p ₁ (kg)					
	DİŞ ÇAP D	YÜKSEKLİK h	KALINLIK d	DİŞ SAYISI				0 < α < 30°	30° < α < 90°	1 ve 2	3 ve 4	5 ve 6	1 ve daha fazla
1	65	30	5	—	M.12	10/6	10	11	12	13	14	15	TEK KAMANIN ENİYETLE TAŞIYABİLECEĞİ YÜK α < 30° DOĞRULTUSU İLE LİFLER ARASINDAKİ AÇI 0 < α < 30° 30° < α < 90° KUVVET DOĞRULTUSUNDA SIRALANAN KAMA SIRA SIRASI
	80	30	6	—	M.12	11/6	14	1150	1050	900	1000	900	
	95	30	6	—	M.12	12/6	18	1400	1250	1100	1250	1100	
	126	30	6	—	M.12	16/6	22	1700	1550	1350	1450	1250	
2	128	45	8	—	M.12	16/6	25	2000	1800	1600	1700	1400	TEK SIRA KAMA KULLANILDI- ĞINA ve KUVVET DOĞRULTUSU İLE LİFLER ARASINDAKİ AÇI α OLDUĞUNA GÖRE
	108	20	4	—	M.16	15/8	30	2800	2500	2250	2350	1900	
	130	26	5	—	M.16	17/8	22	1700	1550	1350	1500	1350	
	153	29	6,5	—	M.16	19/8	24	2200	2000	1750	1900	1550	
	173	32	6,5	—	M.16	21/10	30	3000	2700	2400	2550	2150	
	196	36	8	—	M.20	24/10	36	4000	3600	3200	3350	2700	
3	80	25	5	—	M.12	11/6	38	4600	4100	3700	3700	2950	KULLANILACAKI AHSABIN MİNİMUM BOYUTLARI (cm)
	100	30	5	—	M.12	13/6	21	1600	1450	1300	1400	1250	
	120	35	5	—	M.12	16/6	24	2000	1800	1600	1750	1500	
	140	40	5,5	—	M.12	18/6	27	2300	2050	1850	2000	1650	
4	160	45	6	—	M.16	20/10	33	3100	2800	2450	2600	2100	TEK SIRA KAMA KULLANILDI- ĞINA ve KUVVET DOĞRULTUSU İLE LİFLER ARASINDAKİ AÇI α OLDUĞUNA GÖRE
	66	32	—	—	M.12	9/6	37	3600	3250	2850	3000	2350	
4	100	40	—	—	M.12	13/6	13	1100	1000	900	900	900	KULLANILACAKI AHSABIN MİNİMUM BOYUTLARI (cm)
	100	40	—	—	M.12	16/6	20	1800	1600	1450	1550	1350	

ÇİZELGE 14 – GÖMME KAMA ÖRNEKLERİ (Şekil 57-b) VERİLERİ

KAMA NÜMERASI (ŞEKİL 57)	KAMANIN BOYUTLARI (mm)				KAMA (mm)	KULLANILACAK ARIŞABİN MİNİMUM BOYUTLARI (cm)	e (cm)	P ¹ (kg)						
	YÜKSEKLİK h	KALINLIK d	BOY D	ADDET				1 ve 2	3 ve 4	5 ve 6	1 ve daha fazla	1 ve daha fazla		
5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	50	27	3	8	M.12	58/6	8/6	10/6	12	800	700	650	750	700
	65	27	3	12	M.16	68/6	9/6	11/6	14	1150	1000	900	1100	1000
	80	27	3	18	M.20	80/8	11/6	13/6	17	1700	1500	1350	1600	1450
	95	27	3	24	M.22	92/8	12/6	14/6	20	2100	1900	1700	1950	1750
6	115	27	3	32	M.24	105/8	14/6	17/6	23	2700	2400	2150	2450	2150
	55	19	1,45	11	M.12	58/6	8/6	10/6	12	600	550	500	550	550
	70	19	1,45	15	M.16	68/6	10/6	12/6	14	800	700	650	750	700
	95	24	1,5	17	M.20	80/8	12/6	14/6	17	1200	1100	950	1100	1000
	115	24	1,5	20	M.22	92/8	15/8	18/8	20	1600	1450	1300	1450	1300
7	125	29	1,55	18	M.24	105/8	16/8	19/8	23	1800	1600	1450	1550	1450
	50	10	1,3	12	M.12	58/6	8/6	10/6	12	500	450	400	450	450
	62	17	1,3	12	M.12	58/6	9/6	11/6	12	700	650	550	650	600
	75	19	1,3	12	M.16	68/6	10/6	12/6	14	900	800	700	850	800
	85	25	1,3	12	M.16	68/6	12/6	14/6	14	1200	1100	950	1100	1050
8	117	30	1,5	12	M.20	80/8	15/8	18/8	17	1600	1450	1300	1500	1400
	140	31	1,5	16	M.22	92/8	17/8	20/10	20	2200	2000	1750	2000	1850
	100/100	15	1,4	28	M.20	80/8	13/6	16/6	17	1700	1500	1350	1550	1450
	130/130	16	1,5	28	M.22	92/8	15/6	19/6	20	2300	2050	1850	2100	1900

TEK KAMANIN EMNİYETLE TAŞINABİLECEĞİ YÜK
KUVVET DOĞRULTUSU İLE LİFLER ARASINDAKİ AÇI
 $0 < \alpha < 30^\circ$ $30^\circ < \alpha < 90^\circ$

KUVVET DOĞRULTUSUNDA SIRALANAN KAMA SIRAŞI
1 ve 2 3 ve 4 5 ve 6 1 ve daha fazla 1 ve daha fazla

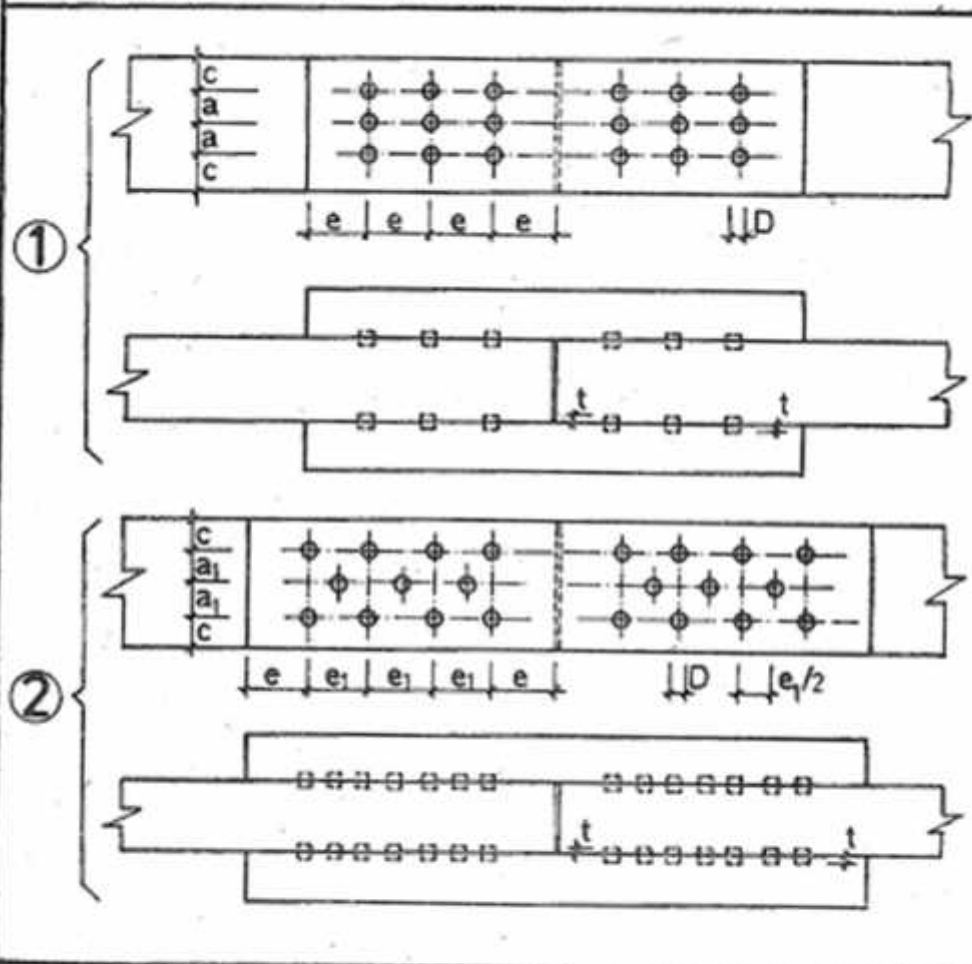
TİP	Müsaade edilen en küçük aralık		
	Komşu sıralar arasında	Lif doğrultusunda	Kenar sıra ile kenar arasında
①	$a > D+t$	e	$c > b/2$
②	$a_1 > D+t$	$e_1 > e$	} $c > \frac{b}{2}$
	$a_1 > D$	$e_1 > 1,1e$	
	$a_1 > 3/4 D$	$e_1 > 1,5e$	
	$a_1 > \frac{D+t}{2}$	$e_1 > 1,8e$	

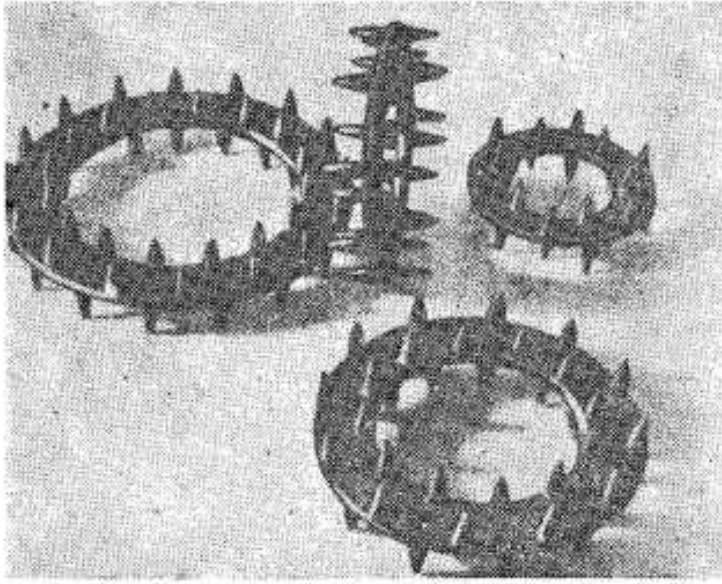
D= Birleşimde kullanılan kamalardan en büyüğünün çapı.
(Çizelge. 13 ve 14 - kolon 2)

t = h/2 , h= Kama yüksekliği. (Çizelge. 13 ve 14 - kolon 3)

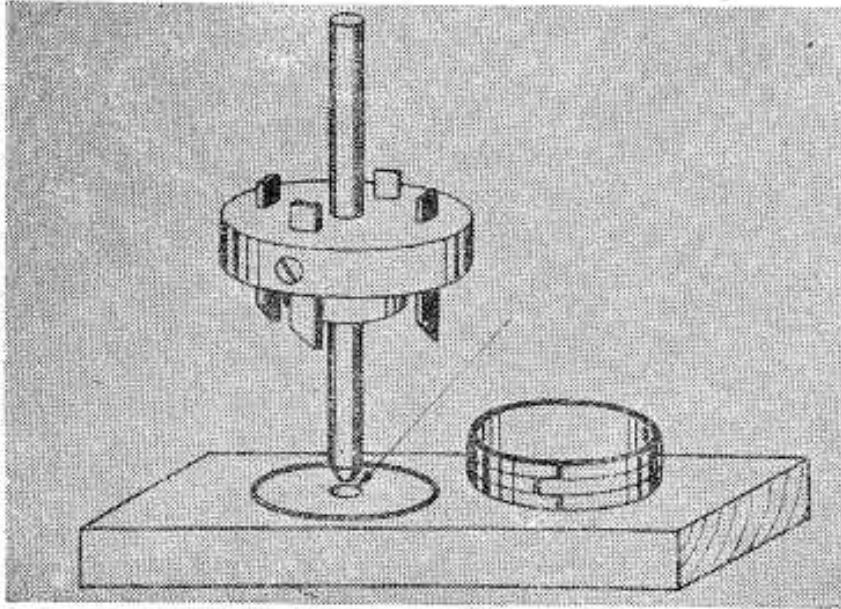
e = Lifler doğrultusunda minimum kama aralığı ve ön ahşap uzunluğu. (Çizelge. 13 ve 14 - kolon 10)

b = Kama çapı „D“ için müsaade edilen en küçük genişlik.
(Çizelge. 13 ve 14 - kolon 8 ve 9)





Şekil 59



Şekil 60

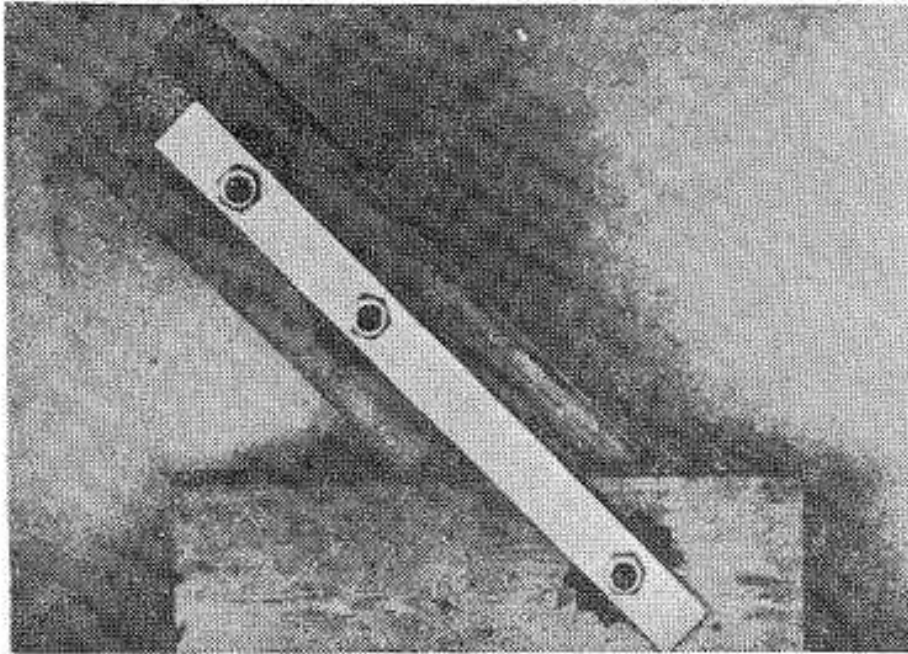
8 ve 9'da verilmiş olan bu değerler gözönünde bulundurulmaz da daha küçük alınırsa adı geçen çizelgelerde gösterilen P_{em}^1 'ler geçerli olamaz.

Oturma kamalar için yuvaların açılması özel aletler ister (Şekil 60). Çakma kamalarda basınç uygulaması ise özel pres veya montaj bulonlarıyla yapılır. Montaj bulonlarının çapları, kamaya ait bulon çapından bir hayli büyük olduğundan bulon deliğini ona göre açmak gerekir. Kama monte edildikten sonra montaj bulonu çıkarılır ve yerine kamaya ait bulon konur.

Ahşabın rötresi dolayısıyla, zamanla meydana gelebilecek gevşemeyi ortadan kaldırmak için bulon somunlarını zaman zaman sıkmak gereklidir. Birleşimin, konstruksiyon içindeki yeri bu işe elverişli olacak şekilde düzenlenmelidir. Aksi halde kama emniyet yükü $2/3 \times P_{em}^1$ olarak hesaba katılır. Bulonlar, somunları altındaki pul (rondela) ahşaba bir miktar gömülecek derecede sıkılmalıdır. Gömülme miktarı 1 mm'den fazla olmamalıdır.

Pas ve korozyona karşı önlem almak gerekir. En iyi önlem bunları paslanmaz türden metallere yapmaktır.

Son zamanlarda yabancı ülkelerde, dişleri tek taraflı olan Geka ve Bulldog türünden kamalar da piyasaya çıkarılmıştır (Şekil 61). Bunlar



Şekil 61

ahşabın metallere birleştirilmesinde veya ahşabın ahşapla ek ya da birleşiminde metal ek parçaları seçilmesi halinde kullanılırlar. Böyle birleşimlerde Şekil 45'e ait açıklamada sözü edilen (σ_1) gerilme kontrolünü de yapmak gerekir. Bir diğer kullanma yeri portatif yapılardır. Birleşim sökülüğünde ahşap hiç bir zarar görmez ve başka yerde tekrar aynen kullanılabilir.

Birleşim için gerekli kama türü, çapı ve sayısı şöyle bulunur :

Uygun olacağı tahmin edilen bir kama türü ve çapı seçildikten sonra, aktarılacak (P) kuvveti, kuvvetle lif doğrultusu arasındaki açı, minimum kesit ölçüleri, mevcut birleşim yeri alanı gibi hususlar da gözönünde bulundurularak ufak bir araştırma ile kama türü ve çapı için kesin karar verilir. Buna ait (P^1_{em}) değeri ilgili çizelgeden (Çizelge 13 veya 14) alınır ve:

$$n \geq P/P^1_{em}$$

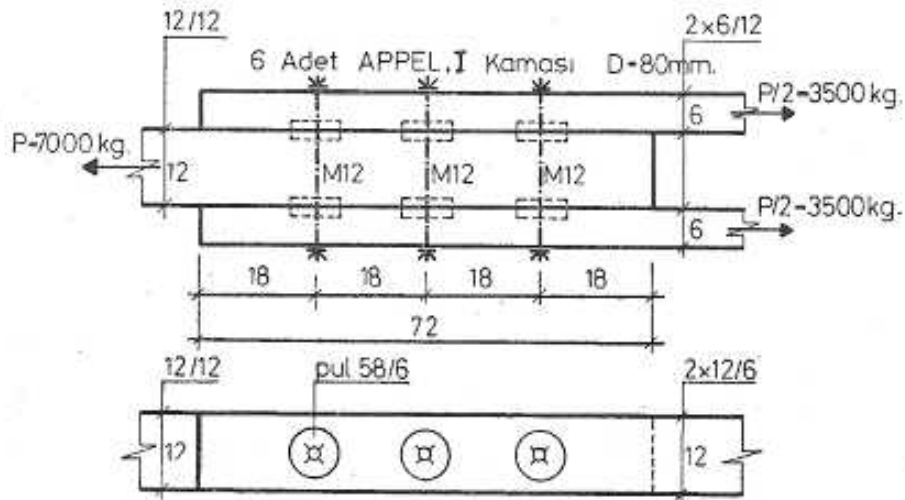
şeklinde gerekli kama sayısı bulunur.

Detay resmi için bilinmesi gerekli olan en küçük aralıklar ve kenar uzaklıkları Çizelge 13,14 ve Şekil 58'de gösterilmiştir. Fakat detay resmini çizmeden önce, eklenen ya da birleştirilen ahşap elemanların kesit ölçülerini kesinleştirmek amacıyla, zayıflamanın şimdi tam olarak bilinen değerini hesaba katarak gerilme kontrolü yapmayı asla ihmal etmemelidir. Bu işlem yapılırken şu önemli hususlar da gözönünde bulundurulmalıdır :

a) Kesitteki zayıflama miktarı (ΔF) hesaplanırken, gömme kamalarda da oturtma kamalarda olduğu gibi, (t) derinliğinde bir yuva açıldığı kabul edilir (Bkz: Örnek 2 ve 3).

b) Kuvvetler bazı hallerde % 50 arttırılarak hesaba konur (Bkz: Bölüm 4.1.2. ve Şekil 89).

Örnek 1)



Şekilde ölçüleri, yükü, birleşim elemanı türü ve yerleştirilişi (düzenlenmesi) verilen birleşimin, söz konusu yükü güvenle aktarıp aktaramayacağını kontrol edilmesi.

Birleşim elemanı :

P'_{em} 'in bulunması :

Gerekli kama sayısı :

Kamaların Yerleştirilişi :

En küçük kesit ölçüleri:

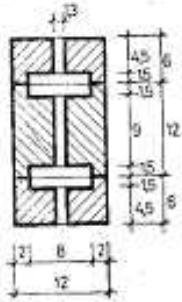
Ahşap boyutları birleşim elemanı yönünden uygundur.

Ön ahşap uzaklığı ve aralıklar:

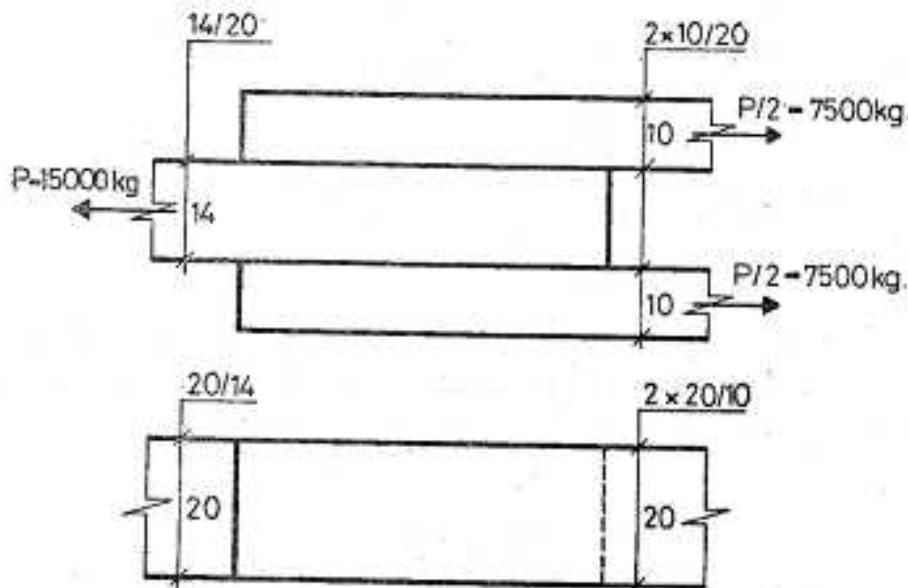
Bulon ve Pul Boyutları :

Gerilme Kontrolü :

Orta Ahşapta :



Örnek 2)

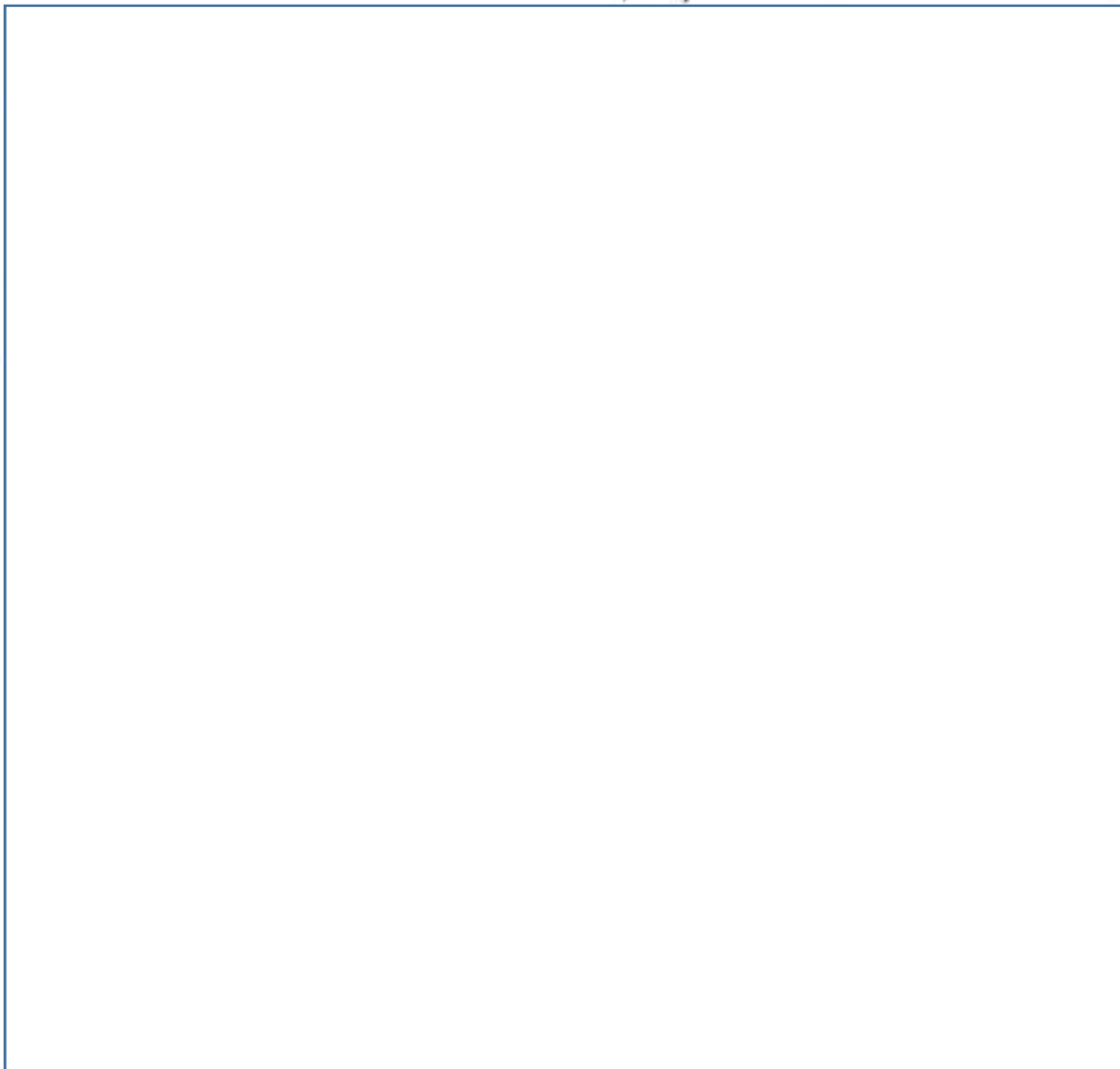
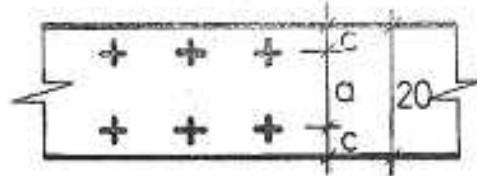


Şekilde verilen birleşim için gerekli «GEKA» kaması çap ve sayısının bulunması ve 1/10 ölçekli detay resminin çizilmesi.

Kama çapının seçilmesi ve P_{em}^1 'in bulunması :

Kama çapı «D» ve P_{em}^1 aşağıdaki inceleme sonucunda belirlenecektir.

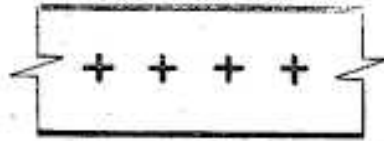
Çözüm A: Kamalar çift sıra düzenlenecektir.



Gerekli min. ahşap kalınlığı (Çizelge 14) 6 cm < 10 ve 14 cm

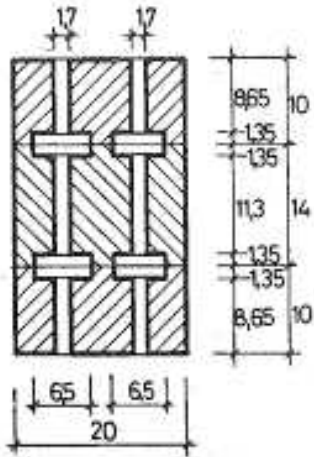
Sonuç; 16 Adet D=65 mm çaplı «GEKA» kaması

ÇÖZÜM B: Kamalar tek sıra düzenlenecektir.

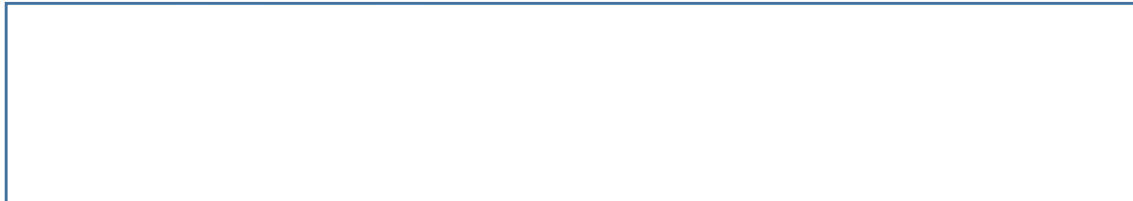
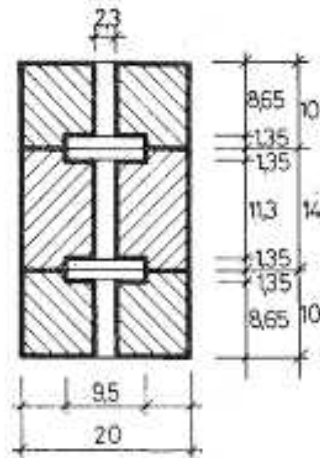


Gerilme Kontrolü :

Çözüm A :

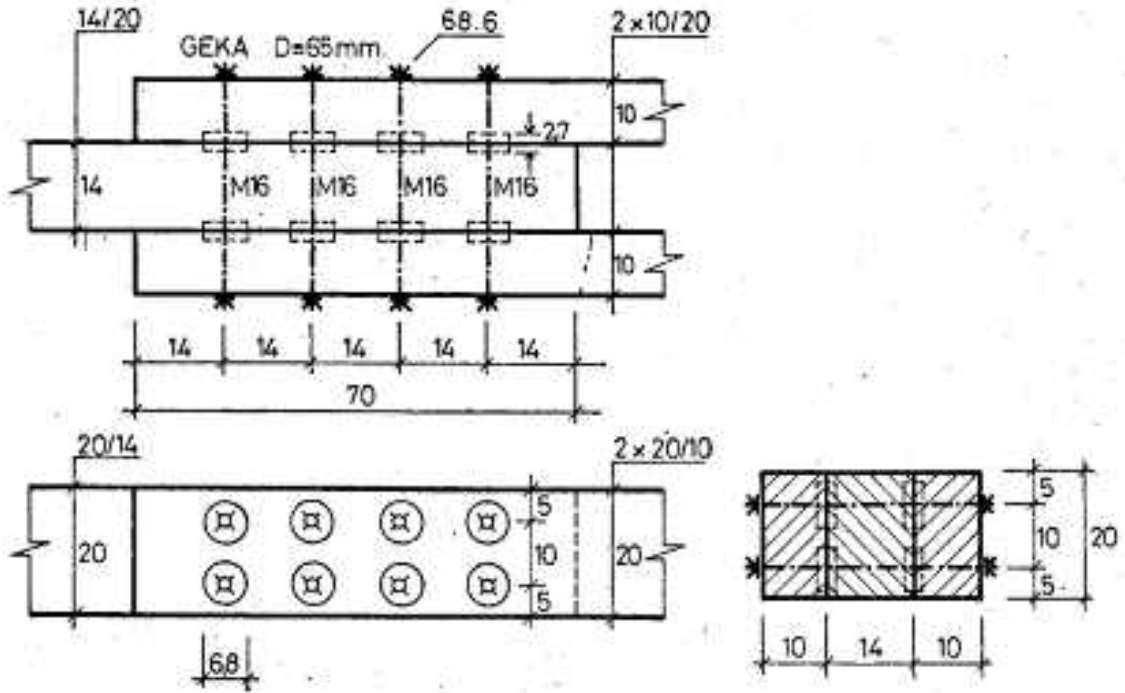


Çözüm B :

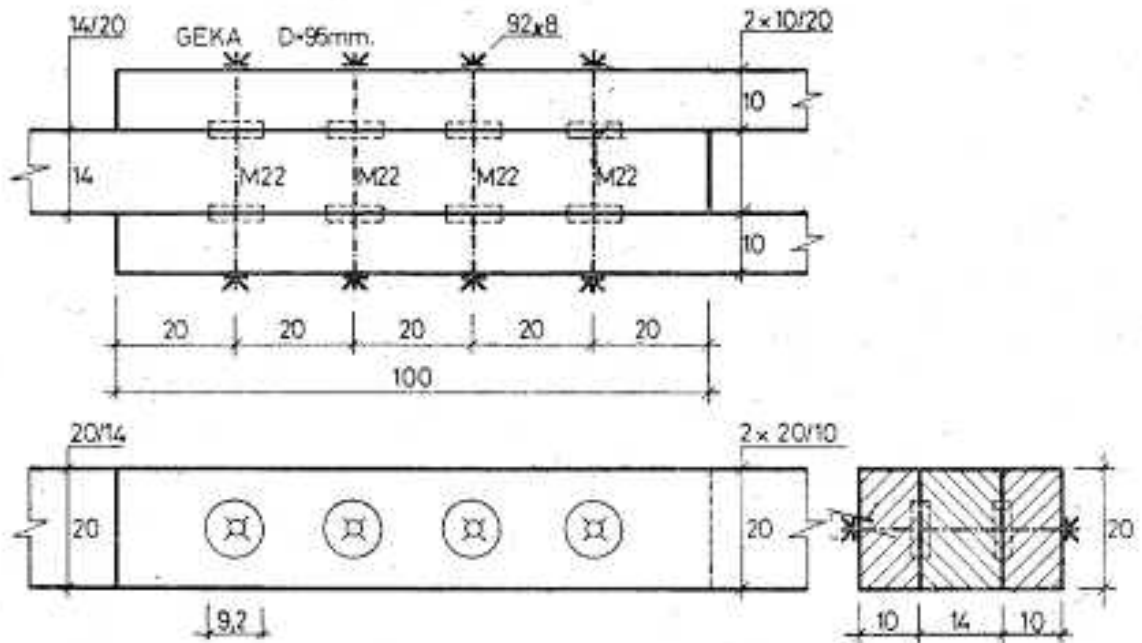


Detay Resmi :

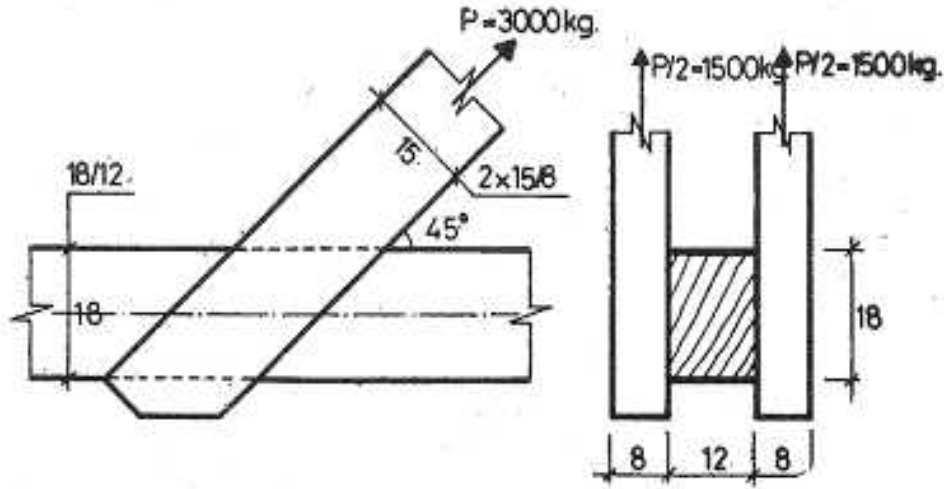
Çözüm A :



Çözüm B :



Örnek 8)



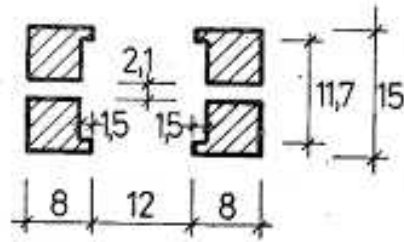
Şekilde verilen birleşim için gerekli «BULLDOG» kaması çap ve sayısının bulunması ve 1/10 ölçekli detay resminin çizilmesi.

BULLDOG kaması çapının seçilmesi ve P'_{em} 'in bulunması :

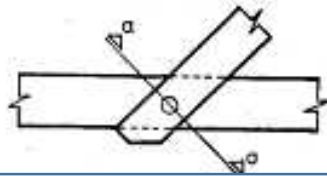
Birleşimde her iki yüzde birer kama olmak üzere iki kama kullanılacaktır.



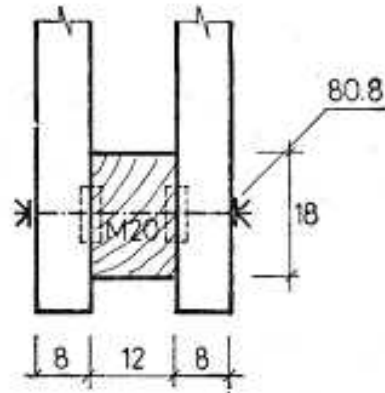
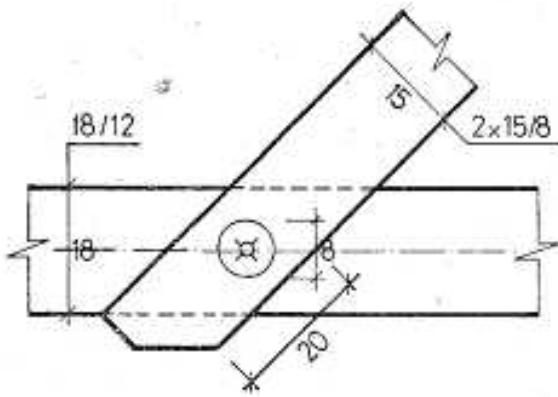
Gerilme Kontrolü :



a-a



Detay Resmi :

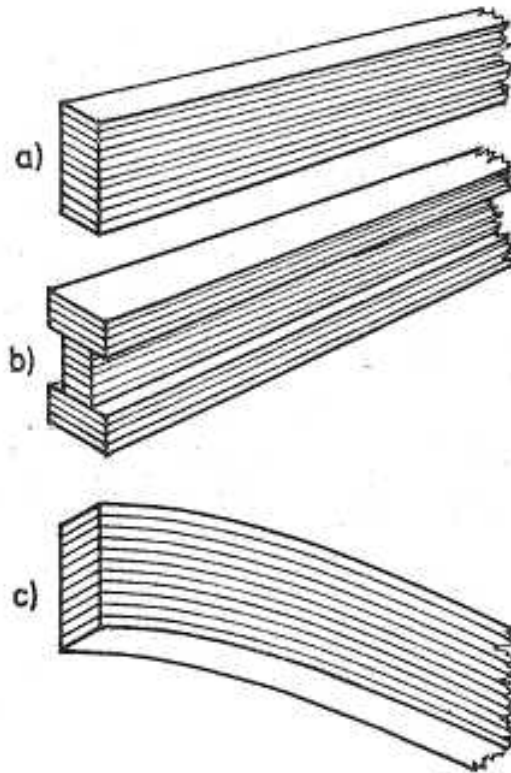


ÖLÇEK 1/10

3.8. TUTKAL ve TUTKALLI BİRLEŞİMLER

Tutkalın ahşap yapılarda kullanılmaya başlanması, içinde bulunduğumuz yüzyılın başlarına raslar. O tarihlerde bu tür yapı tarzının öncüleri tarafından yapılmış ve rutubetten iyi korunmuş yapıların pek çoğu günümüze kadar dayanmışlardır. Karl Kübler Firması için Hetzer tarafından 1904 yılında Göppingen - Almanya'da inşa edilmiş böyle bir atölye binasının halâ kullanılmakta olduğu, 1961 yılında yerinde görülmüştür.

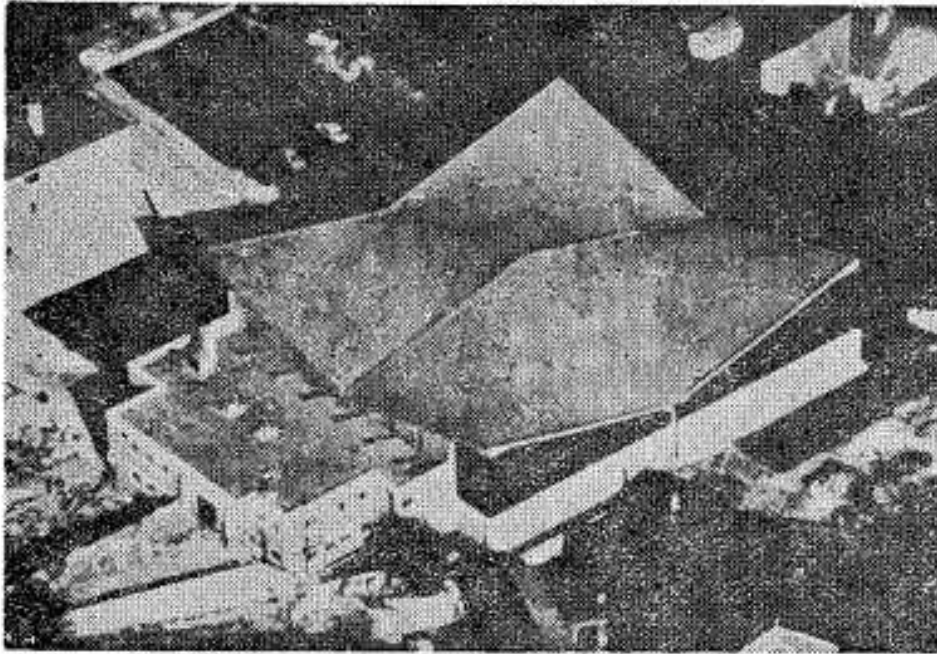
Otto Hetzer tarafından, esas itibariyle tahta veya kalasları üst üste tutkallamak suretiyle hesabın gerektirdiği yükseklikte dikdörtgen veya I-kesitleri elde etmekten ibaret olan (Şekil 62) ve «HETZER SİSTEMİ» diye adlandırılan patentin 1905 yılında alınmasından sonra tutkallı ahşap yapı elemanları ve bunlarla oluşturulan taşıyıcı sistemlerin kullanılması kısa zamanda bazı Avrupa ülkelerinde ve Amerika'da yayılmaya başladı. Fakat o dönemde bu işe elverişli sadece kazein tutkallarının var oluşu, bunların ise nitelikleri bakımından her türlü koşul altında kullanılacak durumda bulunmamaları nedeniyle, bu yeni sistem fazla gelişemedi.



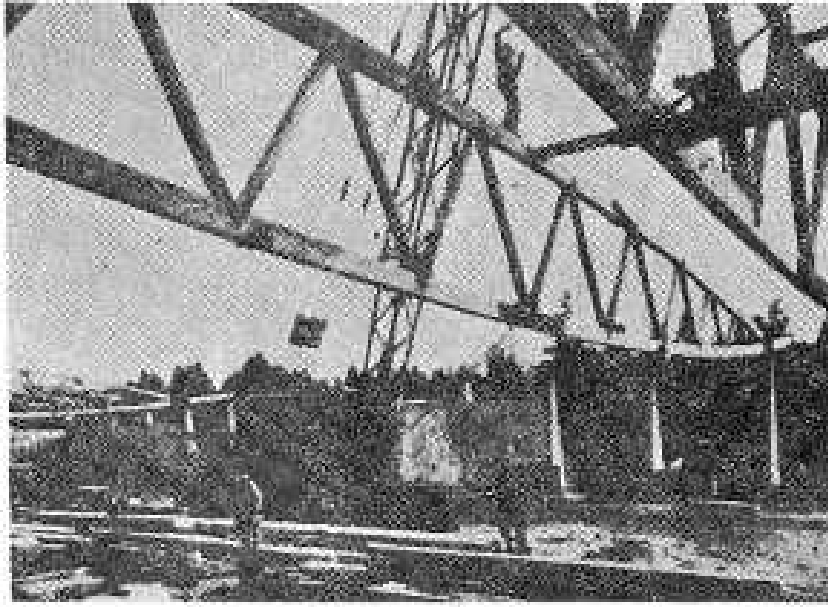
Şekil 62

Bu konuda asıl büyük gelişme, 1930–1940 yılları arasında, özellikle uçak ve gemi yapımı için askerî amaçlarla hızla geliştirilen sentetik tutkalların ortaya çıkmasından sonra olmuştur.

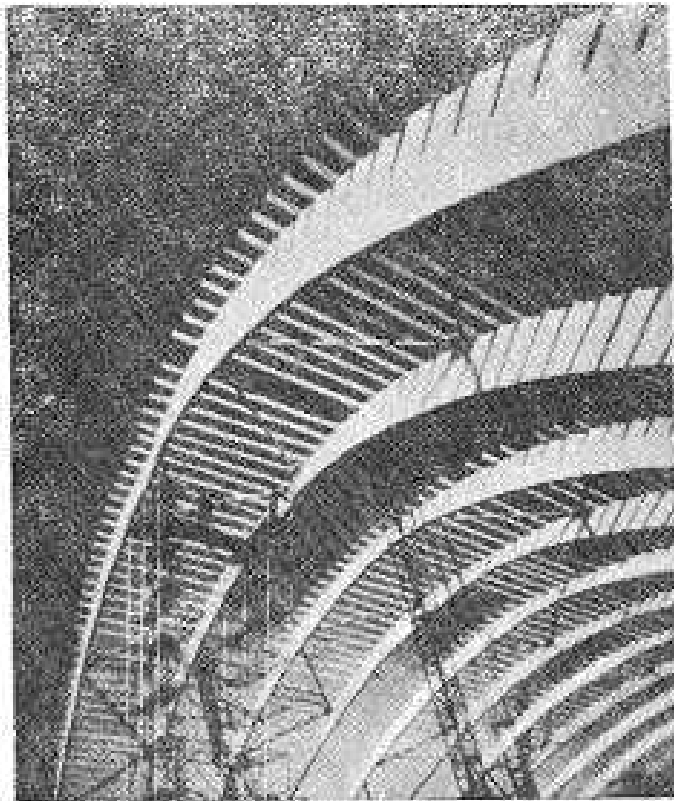
Bugün mevcut tutkal türleri ve tutkallama teknikleri sayesinde, tropik iklim koşulları dahil her türlü hava koşulu etkisine açık bulunması hâlinde bile mukavemetinden birşey kaybetmeyen, üstelik yapıştırdığı ahşaptan daha sağlam olan tutkallı birleşimler yapmak kabil olmaktadır. Uygulama olanakları ise çok geniş bulunmaktadır. Günümüzde kafes veya dolu gövdeli kiriş, kolon, çerçeve, kemer ve kubbelerde başarı ile uygulanabildiği gibi ayrıca, bilinen her türlü kabuk formunun ve katlanmış plakların ahşap yapılar sahasına girmesini de sağlamıştır. Hâlen, yabancı ülkelerde inşa edilmiş, kalınlığı sadece 6 cm olan 30 m açıklıklı hiperbolik paraboloid formunda ahşap çatılar, 30 m açıklıklı dolu gövdeli iki mesnetli, 60 m açıklıklı kafes gövdeli iki mesnetli kirişler, 50 m açıklıklı üç mafsallı çerçeveler, 100 m açıklıklı üç mafsallı kemerler ve kubbeler'den oldukça çok sayıda örnekler vardır (Şekil 63, 64, 65, 66).



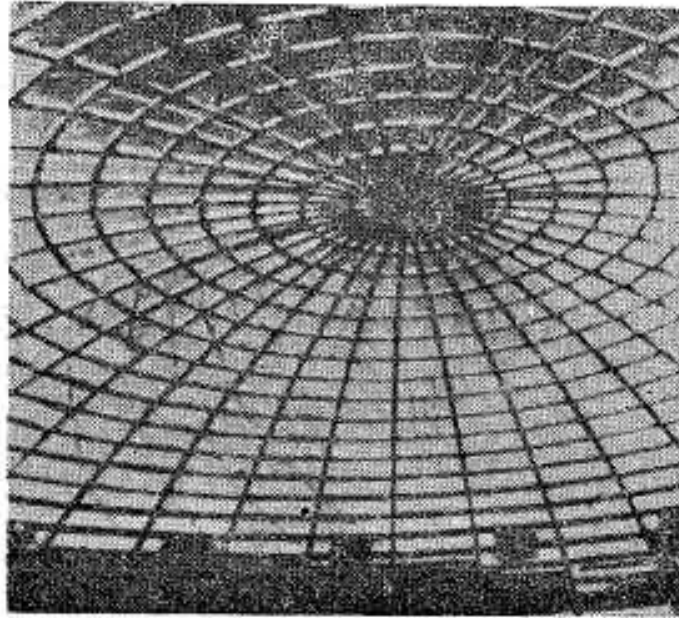
Şekil 63



Şekil 64



Şekil 65



Şekil 66

3.8.1. Tutkal Cinsleri

Ayrı iki ahşap elemanı, kuvvet aktarabilecek şekilde birbirine yapıştırmaya elverişli pek çok cins ve çeşitte tutkal mevcuttur. Ancak bunların hepsi tutkallı ahşap yapılarda kullanılmaya elverişli değildir. İyi bir birleşim elde etmenin **birinci şartı**, kullanılacak tutkal cinsinin doğru olarak seçilmesidir.

3.8.2. Tutkalların Sınıflandırılması

Bünyelerine giren esas maddenin kaynağına göre tutkallar şöyle sınıflandırılır :

3.8.2.1. Kaynağı Hayvansal Olan Tutkallar

a) Glütin Tutkalları: Kemik, deri ve deri sanayii artıkları, balıkların kılçık ve diğer artıklarından elde edilir. Esas maddesi albümin'dir. Suyu, rutubete ve küflenmeye (mikro mantarlar) dayanıklı olmadıklarından tutkallı ahşap yapılarda kullanılmazlar.

b) Kan Albümini Tutkalları: Mezbaha artıklarından sağlanan, özellikle albümini bol olan sığır ve at kanından elde edilirler. Mobilya ve

kontrplak sanayiinde başarıyla kullanılabilir, fakat tutkallı ahşap yapılar için elverişli değildir.

c) Kazein Tutkalları: Sütten elde edilen kazein'i sönmüş kireçle karıştırılarak yapılır. Esas maddesi albümin'dir. Piyasaya beyaz pudra şeklinde sürülür. Rutubete dayanıklı olmasına rağmen, daha çok doğrudan doğruya rutubet etkisi altında olmayan yapı elemanlarında kullanılır.

3.8.2.2. Kaynağı Bitkisel Olan Tutkallar

a) Nişasta Tutkalları: Mısır, buğday, pirinç veya patates'ten elde edilirler. Rutubete ve küflenmeye karşı dayanıklı olmadıklarından tutkallı ahşap yapılarda kullanılmazlar.

b) Soya Tutkalları: Soya fasulyası unundan, sodyum hidroksit ve kalsiyum hidroksit yardımıyla elde edilirler. Esası bitkisel albümindir. Rutubete dayanıklılığının az oluşu nedeniyle tutkallı ahşap yapılarda kullanılmazlar.

3.8.2.3. Sentetik Tutkallar

a) Termoplâstik Yapay Reçine Tutkalları: Esası polivinil asetat'ın suda dispersiyonudur. Sürüldüğü yerde sertleşmesi suyunun ahşap tarafından alınması suretiyle olur. Kimyasal reaksiyon oluşmaz. Soğukta işlenirse rutubete dayanmaz. Sıcakta işlenirse dayanır, fakat sonradan fazla sıcakta mukavemetinden büyük ölçüde kaybeder. Plâstik kıvama gelir, kopmaz, fakat bir nevi akar ve dolayısıyla taşıma gücü çok azdır. Bu nedenle, ancak ısı derecesi çok iyi kontrol edilebilecek hacimler için yapılan tutkallı ahşap yapılarda kullanılabilir. Özelliği, işçiliğinin basit ve kolay oluşudur.

b) Sıcağa Dayanıklı Yapay Reçine Tutkalları: Tutkallı ahşap yapılarda kullanılan en iyi kalite tutkallar bunlardır. Hepsinin ana maddesi Formaldehit'tir. Bunun Fenol, Rezorsin, Üre, Melâmin v.b. maddelerle karıştırılmasından elde edilen pek çok çeşitleri vardır. Hepsinin ortak karakteristiği, sertleşmenin sadece suyunun ahşap tarafından alınmasıyla veya soğumalarıyla değil, daha çok kimyasal reaksiyonlar sonunda olmasıdır. Yeni bir madde oluşmaktadır. Bu nedenle küflenmeye, rutubete, sıcağa, soğuğa v.b. atmosferik etkilere dayanıklı çok sağlam birleşimler yapmaya elverişlidirler. Ancak üretici firmanın verdiği kullanma tarifnamesine ve tutkallama tekniğinin ana kurallarına mutlak surette uymak gerektiğini hatırlarda tutmalıdır.

3.8.3. Tutkallama Tekniğinin Gereklere

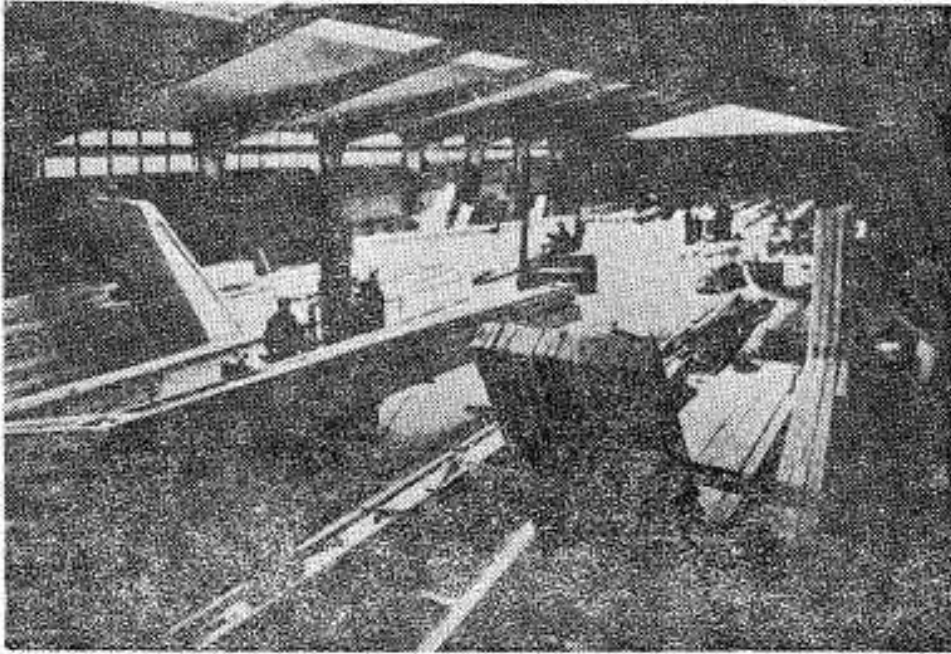
3.8.3.1. Atölye

Isı derecesi ve rölatif nemlilik derecesi kontrol edilebilen, gerekli her türlü âlet, gereç ve cihazları bulunan iyi düzenlenmiş kapalı bir hacim (Şekil 67, 68).

3.8.3.2. Ahşabın Tutkalamaya Hazırlanması

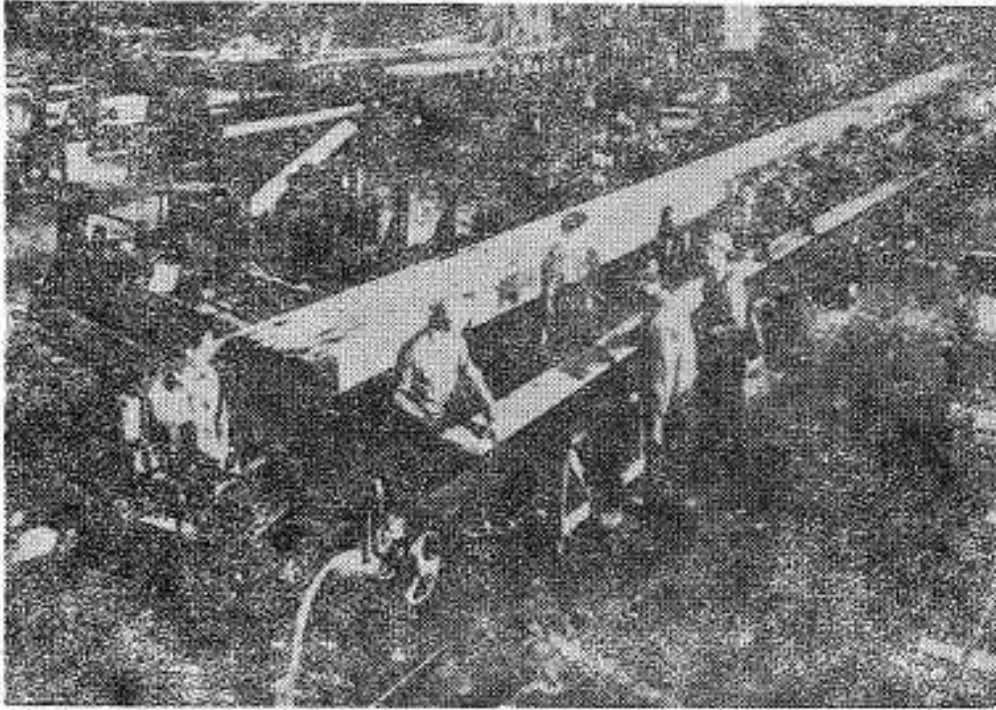
Bu amaçla yapılacak işler aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

a) Ahşabın seçilmesi: Çam sınıfı. Kalitesi 1. veya 2. sınıf. Boyutlar serbest, sadece Hetzer v.b. sistemlerde kalınlıklar üstten sınırlı (Genellikle < 5 cm).

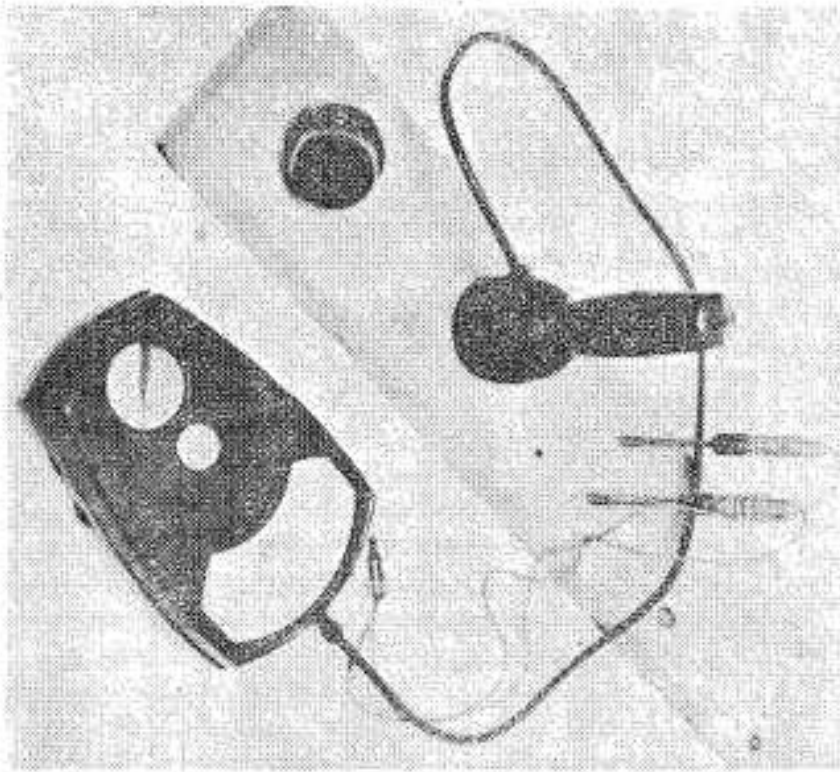


Şekil 67

b) Nemlilik derecesi: Isı derecesi $= 20 \pm 2$ C°, rölatif nemlilik derecesi $= \% 65 \pm 2$ olan (Normal Klima Koşulları) hacimde ölçüldüğünde $\leq \% 12 \pm 2,5$ olmalı. O halde atölyede bu ve benzeri diğer deneyler için ufak bir lâboratuvar, rutubeti çabuk kontrole yarayacak âletler (Şekil 69), gereğinde kullanılmak üzere kereste kurutma fırını bulunmalı, bu fırının ölçüleri atölyenin iş hacmi ile orantılı olmalıdır.



Şekil 68



Şekil 69

c) Tutkallanacak yüzeylerin hazırlanması: Kerestenin tutkal sürülecek yüzeyleri temiz ve düzgün olmalıdır. Rendelemek her zaman gerekli değildir. Tutkal tabakası kalınlığı

0,1 mm (ince)

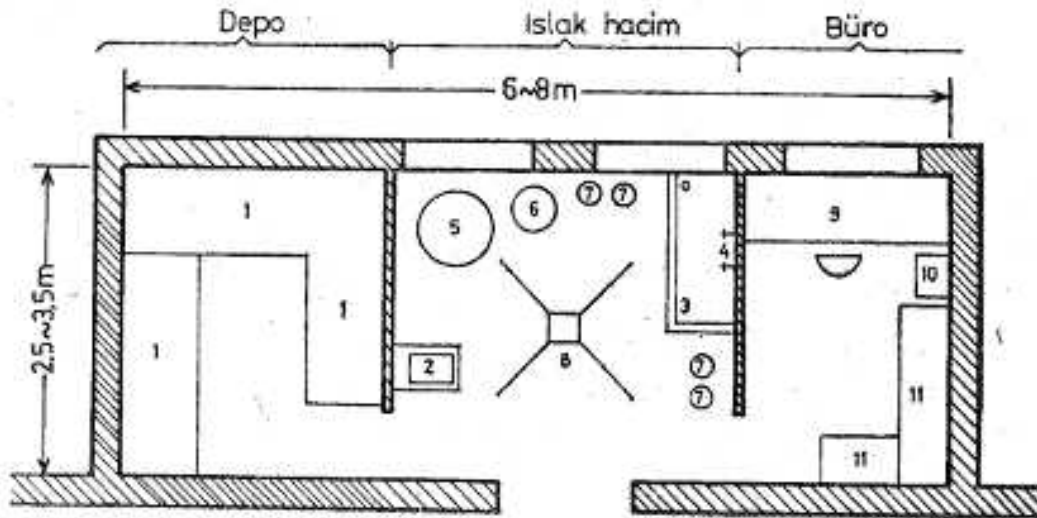
veya

0,8 mm (kalın)

olabilir. Birinci halde yüzeylerin rendelenmesi gerekir. İkinci halde buna gerek yoktur, fakat tutkal tüketimini azaltmak için dolgu malzemesi, örneğin bakalit tozu kullanılır.

3.8.3.3. Tutkalın Hazırlanması

Tutkalı yapan firmanın kullanma tarifnamesine uygun olarak, ısıtma, su ile karıştırma, sertleştirici ilâve etme gibi işlemler söz konusudur. Bu işlerin yapıldığı yeri Tutkal Mutfağı (Şekil 70) diye adlandırmak âdet olmuştur.



Şekil 70

Şekil 70 için açıklamalar :

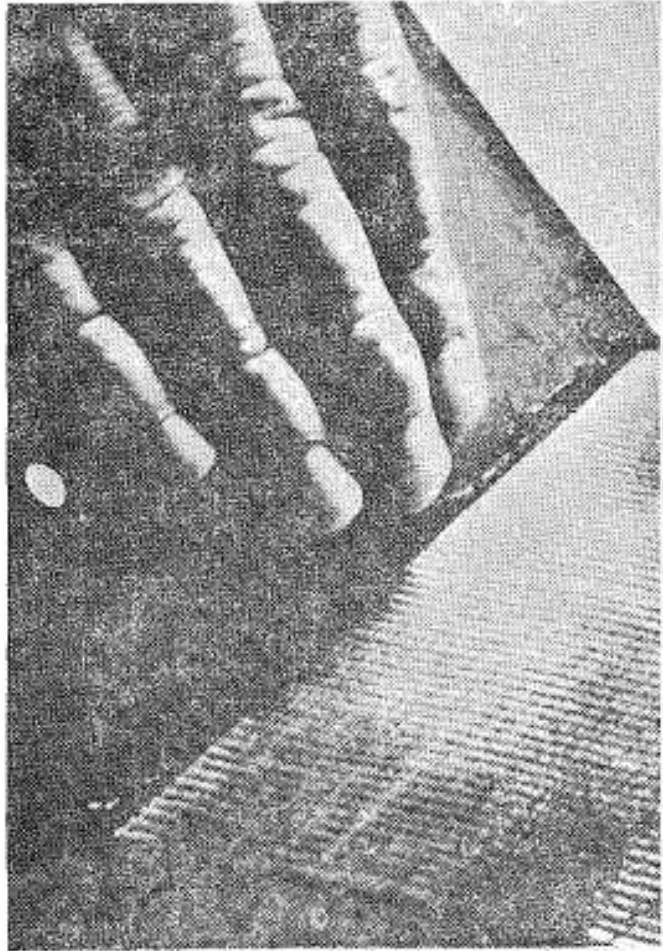
1— Tutkal ve sertleştiriciler için depo (Döşemesi ızgaralı), 2— Tera-
zi (Izgara üstünde), 3— Bulaşık yeri (Etrafı alçak bir duvarla çevrili ya-
lak), 4— Sıcak ve soğuk su muslukları, 5— Tutkal katma ve karıştırma
yeri, 6— Sıvı sertleştirici fıçısı (Devrilebilir türden), 7— Tutkal için ko-
va ve fıçılar, 8— Kirli su giderli beton döşeme, 9— Çekmeli (Tutkal ka-

yıt defteri için) yazı masası ve iskemle, 10— Duvardaki özel konsol üzerinde etüv, 11— Tutkalı yerine sürme âletleri, rutubet ölçen âletler, fıçı, kutu v.b. eşya için raflar.

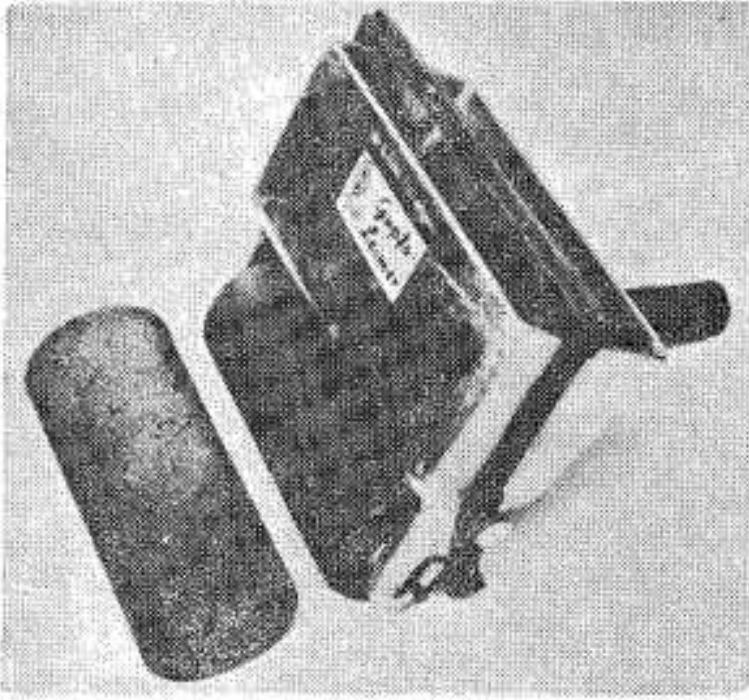
Çok önemli bir husus, hazırlanan tutkalın mukavemetinin kontrolüdür. Bu amaçla yapılması gerekli deneylerin nasıl hazırlanıp uygulanacağı TS. 92-93'de açıklanmıştır.

3.8.3.4. Tutkalın Yerine Sürülmesi

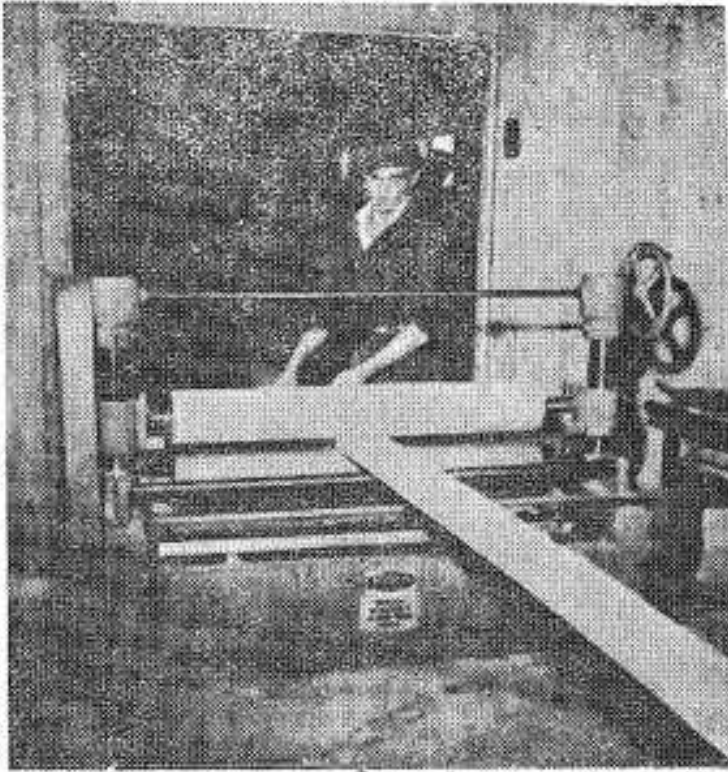
Hazırlanan tutkal hemen sertleşmemeli, bir süre sertleşmeden bekleyebilmelidir. «Bekleme süresi» diye adlandırılan bu süre, tutkalın kullanma tarifnamesine göre birkaç dakikadan birkaç saata kadar olabilir. Bu süre, tutkalın yüzeylere sürülmesi ve tutkallanmış parçaların bir araya getirilmesi işlemleri için yeterli olmalıdır.



Şekil 71



Şekil 72



Şekil 73

Her marka tutkala ait kullanma tarifnamesinde yüzeylere sürülmesi gerekli tutkal miktarı da belirtilir. Bunun değeri 200~700 gr/m² kadardır.

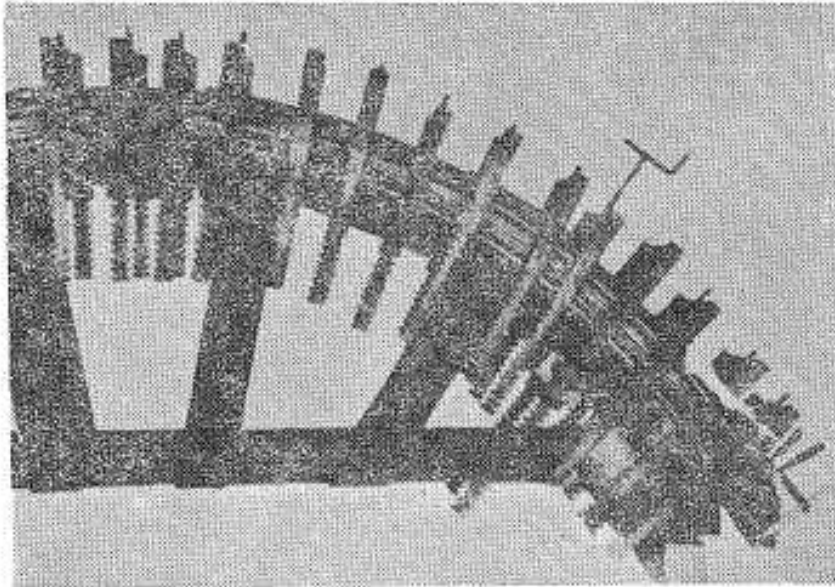
Tutkalın yüzeylere sürülmesi için basit fırça ya da mala'dan otomatik ayarlı makinalara kadar çeşitli olanaklar vardır (Şekil 71, 72, 73).

3.8.3.5. Basınç Uygulaması

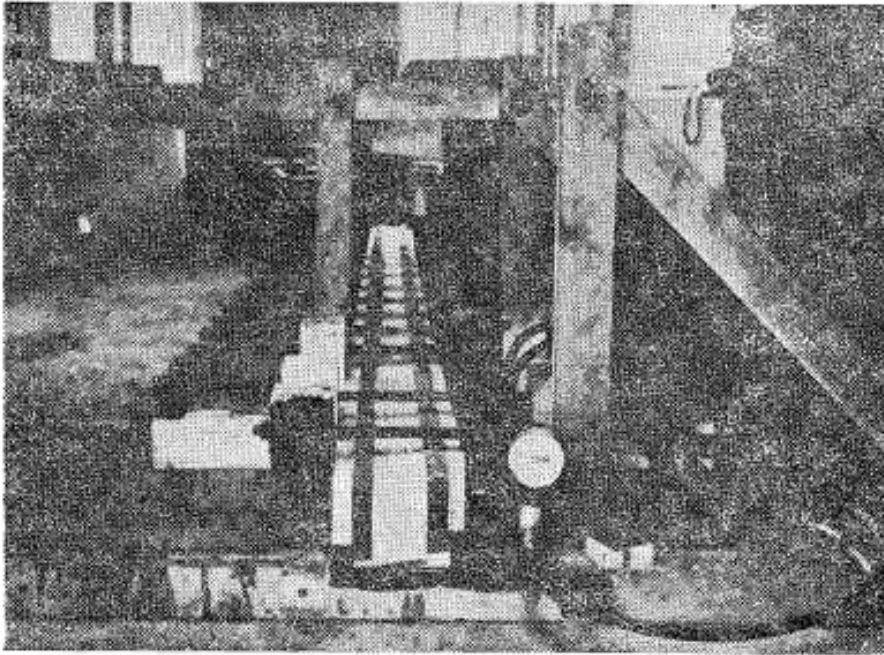
Yüzeylerine tutkal sürülmüş parçalar biraraya getirilmeden önce tutkal tabakası çekmeye (kurumaya) başlamış olmalıdır. Bu da «Kuruma Süresi» diye adlandırılır. Kuruma elle kontrol edilir (Ustanın tecrübesi). Birleştirilecek ve basınç uygulanacak parçaların biraraya getirildiği düzene tezgâh denir. Tezgâhlar;

- Mekanik - Çalışması işkence ile (Şekil 74),
- Pnömatik - Çalışması basınçlı hava ile,
- Hidrolik - Çalışması su veya yağ ile (Şekil 75),

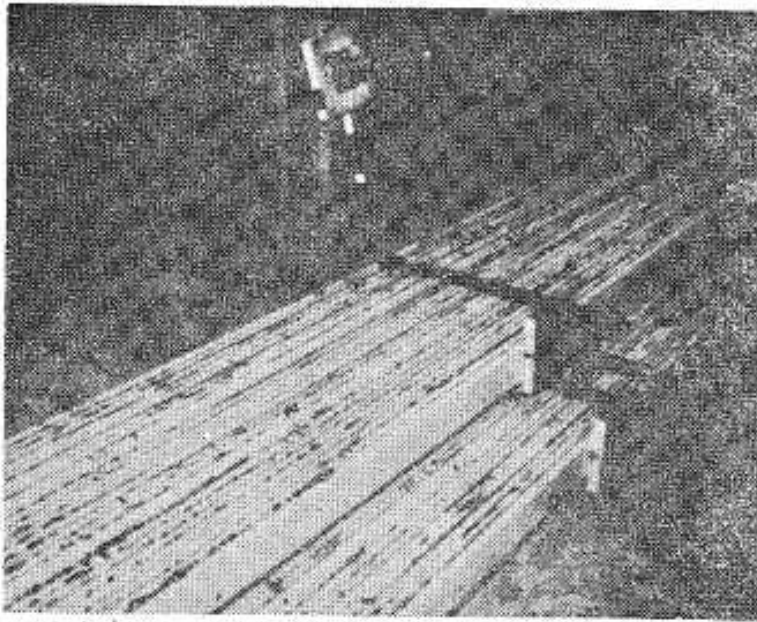
türden doğru eksenli ya da istenilen formda eğri eksenli olabilir. Son yıllarda, aynı tezgâhta birkaç kirişe birden basınç uygulamaya olanak sağlayan yöntemler geliştirilmiştir (Şekil 76).



Şekil 74



Şekil 75



Şekil 76

Basınç uygulaması nedenlerinin başlıcaları :

- Parçaların herhangi nedenle yerlerinden oynamasına engel olmak,
- Tutkal suyu nedeniyle oluşabilecek deformasyonları (şişme) önlemek,
- Hava ve fazla tutkalin kenardan dışarı çıkmasını sağlamak,
- Mekanik adhezyona yardım etmek,
- İnce ve düzgün bir tutkal tabakası oluşmasını sağlamak,

dan ibarettir. «Pres süresi» diye adlandırılan basınç altında tutma süresi, normal klima koşullarında 6–20 saattir. Bu süre de her marka tutkal için kendisine ait kullanma tarifnamesinde belirtilmiştir.

Yüksek frekanslı akımla tutkal derzlerinin ısıtılması gibi özel yöntemlerde bu süre 1-2 dakikaya indirilmiştir.

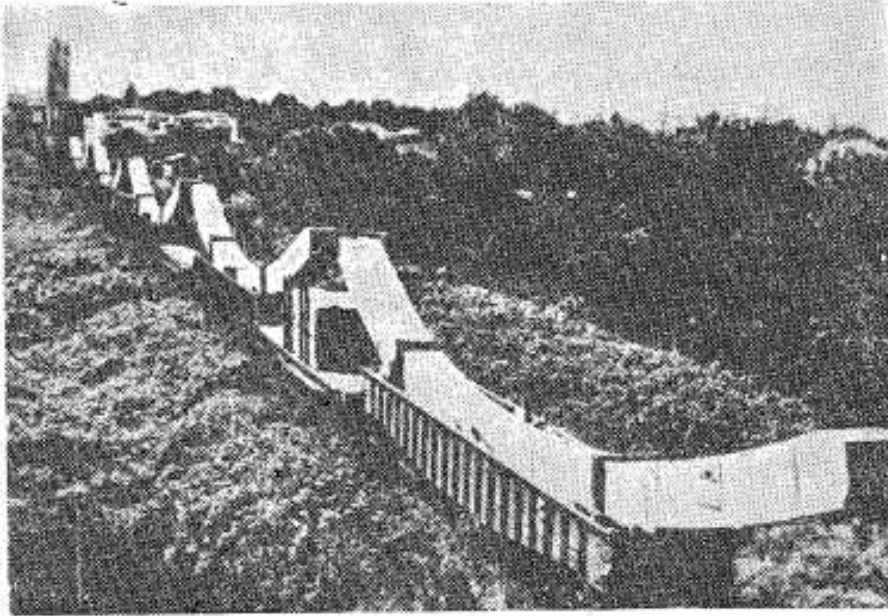
Kullanma tarifnamelerinde tezgâhtaki elemanlara uygulanacak basınç miktarı da belirtilmiştir. Bunun değeri 6–15 kg/cm² arasında değişir. Uygulanan basınç miktarının ölçülemediği hallerde bu işlerde uzmanlaşmış ustalar, kenarlardan sızan tutkal miktarına bakarak gerekli ayarlamayı yaparlar.

Pres süresi sonunda tezgâhtan çıkarılan elemanlar kullanılmadan önce bir süre de dinlendirilirler. «Dinlendirme Süresi» normal klima koşullarında en az üç gün olmalıdır. Isı derecesi 20°C'dan daha fazla olan hacimlerde dinlendirilen elemanlar için bu süre daha az olabilir. Aksi halde dinlendirme süresini daha da uzatmak gerekir.

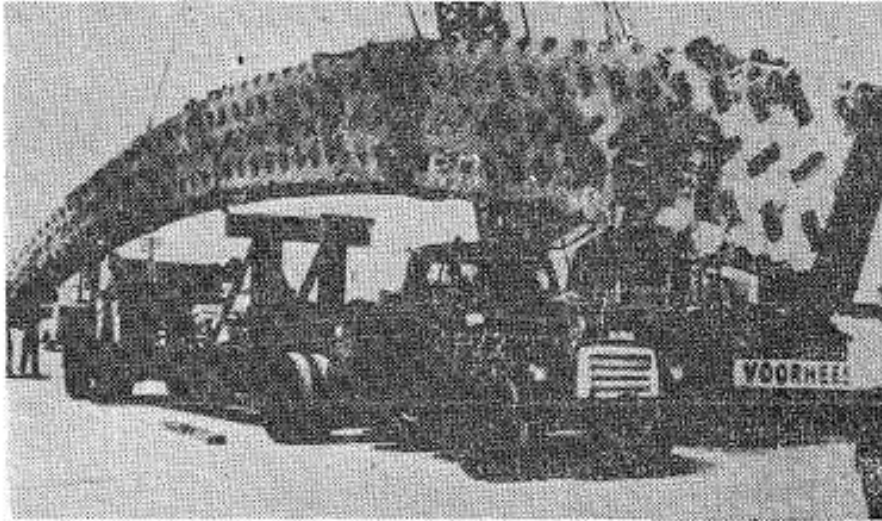
3.8.3.6. Tamamlama, taşıma ve montaj işleri

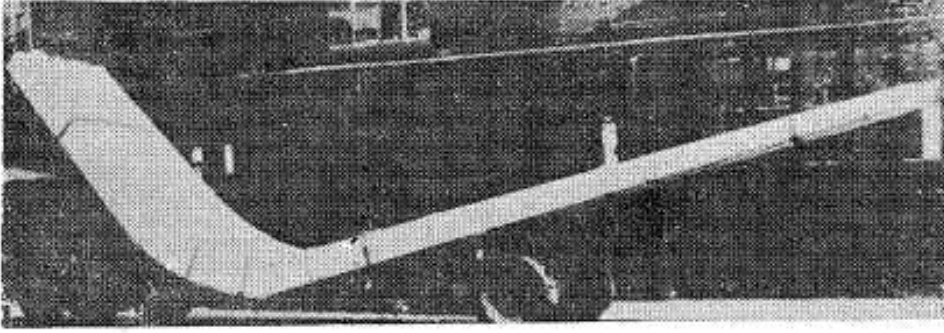
Proje ölçülerine getirmek için kesme, mesnet takımları, aşık v.b. elemanların birleşimi için gerekli deliklerin açılması, çelik parçaların takılması, yüzeylerin rendelenmesi, gerekiyorsa yüzeylere koruyucu maddelerin sürülmesi, taşıma sırasında yüzeylerin türlü nedenlerle (çarpma, su, kir, güneş v.b.) bozulmasını önlemek için elemanın tümünün kâğıt veya plâstiklerle geçici olarak sarılması gibi işler tamamlama diye adlandırılıyor. Bunlar elemanın dinlendirme süresi içinde ve normal klima koşullarında (20±2C° ve % 65±2 nemlilik derecesi) yapılır.

Elemanların yapı yerine taşınması genel ve gereğinde özel araçlarla yapılır (Şekil 77, 78, 79, 80). Bu araçların ve bunların geçeceği yolların kapasiteleri, elemanların boy ve biçimlerini üstten sınırlar. Bu husus proje hazırlama sırasında gözönünde bulundurulmalıdır. Montajda ayrıca bir özellik yoktur (Şekil 81, 82).

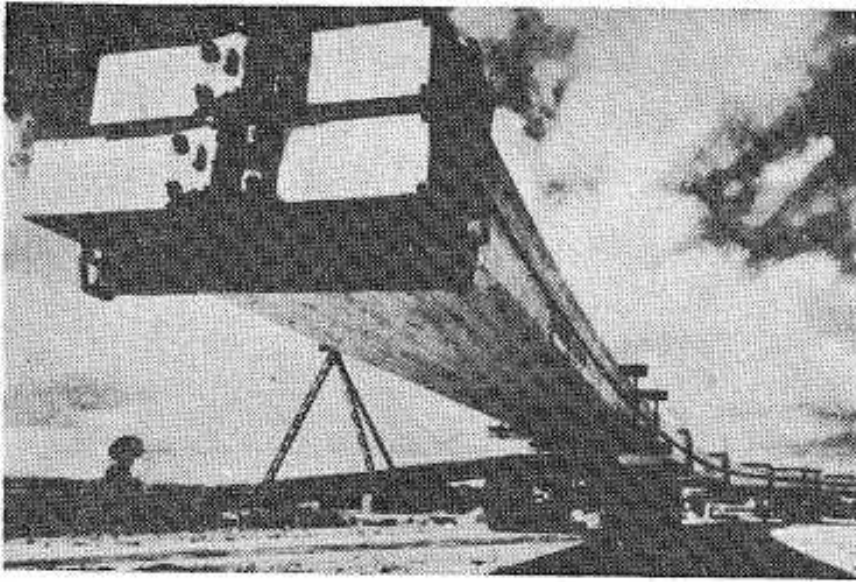


Şekil 77

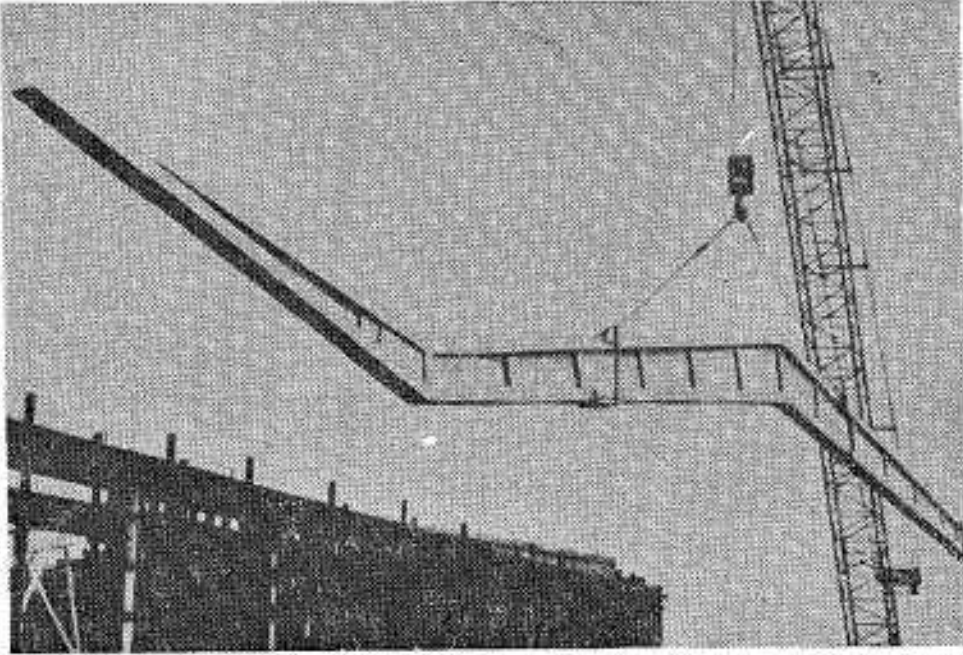




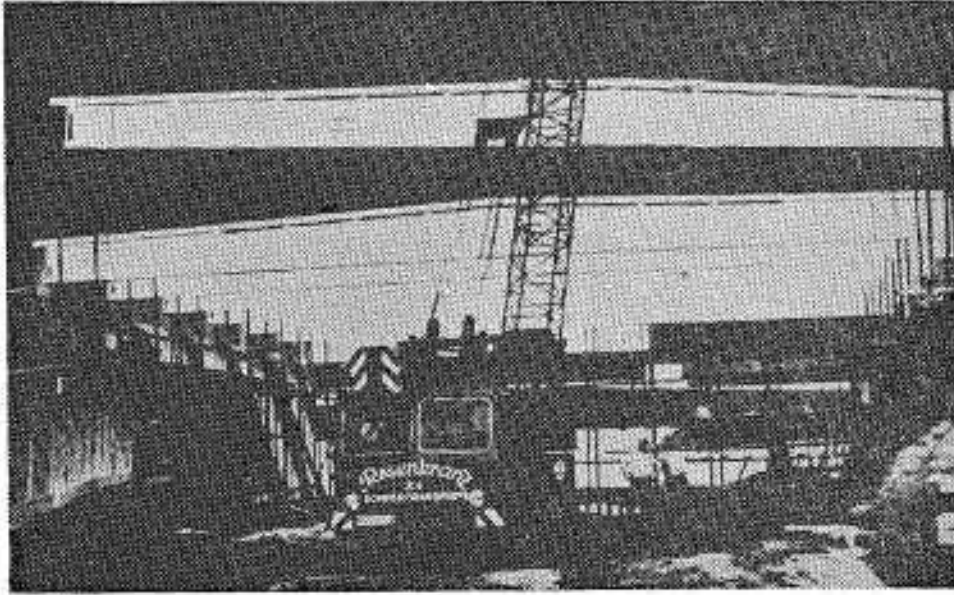
Şekil 79



Şekil 80



Şekil 81



Şekil 82